COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Le Gnomon de l'Observatoire et les anciennes Toises; restitution de la Toise de Picard.* Note de M. C. **Wolf**.

« Lorsque j'ai publié, il y a plusieurs années, mes recherches historiques sur les étalons de l'Observatoire, j'ai dû laisser de côté, malgré l'intérêt qui s'y attache, les deux anciennes toises de l'abbé Picard et des Cassini, qui ont servi l'une à la première mesure exacte du degré de Paris, l'autre à la mesure de la méridienne de France et à sa vérification. Avec La Condamine et les Académiciens qui remesurèrent en 1756 la base de Villejuif, j'ai dû regarder la toise de Picard comme perdue. « Si la toise em- » ployée par M. Picard, dit La Condamine (*Mémoire sur les toises*, p. 485),

» fût restée en dépôt à l'Académie ou à l'Observatoire, on n'eût pas
» manqué de la faire servir dans toutes les mesures de degrés postérieures
» à la sienne . . . . . , mais la toise de Picard ne subsiste plus ».

» Quant à la toise des Cassini ou toise de France, aujourd'hui perdue, elle existait bien lorsque les commissaires de l'Académie, sur la proposition de Godin, firent la comparaison des différentes toises, dans le but d'établir la relation exacte des degrés mesurés en France, au Pérou, en Laponie et au Cap; mais, pour un motif inconnu, cette toise ne figura pas dans l'opération.

» Il résulte de ces deux faits que ni le degré de Picard, ni les bases de la méridienne de France vérifiée, ne peuvent être exactement comparés entre eux ni avec les degrés du Pérou et de la Laponie.

» La divergence qui s'était manifestée entre la mesure de Picard et celle de Cassini de Thury et La Caille, ou ce qu'on a appelé l'*erreur de Picard,* ne put être expliquée que très imparfaitement par la nouvelle mesure de la base de Villejuif. Les termes extrêmes de cette base ne subsistaient plus; les commissaires de l'Académie durent se contenter d'en mesurer une nouvelle et de la rattacher à l'un des côtés d'un triangle de Picard. La distance du clocher de Brie-Comte-Robert à la tour de Montlhéry était, d'après Picard, de 13121 toises 3 pieds; les commissaires (Bouguer, Camus, Cassini de Thury et Pingré) trouvèrent 13108 toises $\frac{32}{100}$, la base étant mesurée avec des perches étalonnées sur la toise du Nord; Cassini de Thury et La Caille avaient trouvé 13108 toises exactement. Ces nombres donneraient pour l'équation de la toise de Picard par rapport à celle du Nord :

$$\text{toise de Picard} = \text{toise du Nord}\ (1 - 0{,}0010152).$$

La toise des Cassini serait égale à celle du Nord. Mais cette comparaison indirecte mélange les erreurs de la triangulation à la différence des unités de mesure et ne peut donner leur équation vraie.

» Cassini de Thury avait aussi mesuré avec sa toise plusieurs portions de l'ancienne base de Picard, portions dont les extrémités étaient assez bien reconnaissables. Les différences suivaient assez exactement le même rapport d'une toise sur mille.

» Telles furent les seules conclusions auxquelles purent arriver les commissaires de 1756. Ils ignoraient, et nous ignorions encore il y a quelques jours, qu'il existe à l'Observatoire, dans un parfait état de conservation, une nombreuse suite de règles métalliques qui nous donnent les longueurs exactes de la toise de Picard et de la toise de Cassini.

» Dans son livre de la *Mesure de la Terre* (p. 142), l'abbé Picard écrivait, en 1671 : « La longueur de la toise de Paris, et celle du pendule à
» secondes, telle que nous l'avons établie, seront soigneusement conser-
» vées dans le magnifique Observatoire que Sa Majesté fait bâtir pour
» l'avancement de l'Astronomie. »

» Une délibération de l'Académie des Sciences, prise en 1682, parut devoir assurer la réalisation de cette promesse : « Le samedy dernier de
» février, la Compagnie étant assemblée sur ce qu'on étoit obligé
» d'abaisser le gnomon de l'Observatoire, par ce que, en hyver, la lon-
» gueur de la méridienne n'auroit pas été assez grande, on a arresté qu'au
» lieu de 31 pieds 3 pouces qu'il a, on luy donnera seulement 30 pieds
» 7 pouces une ligne, ce qui luy donnera dix fois la hauteur du pendule à
» secondes, et chaque carreau de la salle sera la ( ) partie de la hauteur
» du gnomon. » (*Procès-verbaux de l'Académie des Sciences.*)

» Mais ce projet fut-il exécuté? Les Procès-verbaux de l'Académie sont muets sur ce sujet; et l'histoire de l'Académie, qui ne rapporte pas la décision du 28 février, ne parle jamais du gnomon de l'Observatoire avant l'année 1729, où Jacques Cassini établit la méridienne dans l'état où nous la voyons aujourd'hui. Or, dans le Mémoire très détaillé qu'il a consacré à la description de cette méridienne, il donne, pour hauteur du bas de l'ouverture du gnomon, 30 pieds 6 pouces 8 lignes ou 4400 lignes de Paris, nombre qui n'a point de rapport avec la hauteur, 4405 lignes, que voulaient lui donner Picard et l'Académie. Il semble donc que Jacques Cassini ne s'est nullement préoccupé de se conformer à la décision de 1682, qu'il ne connaissait probablement pas (il avait cinq ans à l'époque où elle fut prise) et que l'Académie elle-même avait oubliée. Il n'en dit pas un mot dans son Mémoire, et les astronomes du XVIII[e] siècle durent considérer les divisions de la méridienne de l'Observatoire comme absolument arbitraires; c'était aussi l'opinion que j'exprimais en 1889 dans l'Introduction au Recueil des Mémoires sur le pendule, publié par la Société de Physique.

» Une heureuse fortune m'a mis ces jours derniers entre les mains un document qui rétablit la liaison des faits, interrompue par le silence des Procès-verbaux de l'Académie et du Mémoire de J. Cassini. Voici ce que je lis dans le *Journal des observations de Jean-Dominique Cassini*, écrit de la main même de cet astronome :

» Le 12 de mars 1682 (12 jours après la délibération de l'Académie citée plus haut), nous mesurâmes exactement avec MM. Picard et de la Hire la hauteur de la fenestre méridionale de la grande sale que j'avois fait abaisser afin que le rayon du bord supé-

rieur du Soleil passant par le bas de cette fenestre dans le solstice d'hiver puisse arriver à l'extrémité du pavé et nous la trouvames exactement de 30 pieds 7 pouces et une ligne qui fait dix fois la longueur de la pendule qui fait une vibration simple en une seconde d'heure et ayant porté cette mesure entière sur le pavé commençant de la pierre qui termine la muraille méridionale en dedans pour mesurer la longueur de la sale iusqu'a l'appuy de la fenestre septentrionale au dedans nous trouvames qu'il y avoit trois de ces mesures qui font 91 pieds 9 pouces et 3 lignes et de plus 5 pieds 9 pouces et 1 ligne qui font en tout 97 pieds 6 pouces et 4 lignes. » (*Archives de l'Observatoire,* D. 1. 8).

» Ainsi la décision que l'Académie avait prise le 28 février, sur la proposition de J.-D. Cassini sans aucun doute (j'en ai la preuve par d'autres faits rapportés dans son Journal), fut immédiatement mise à exécution par lui et Picard, et la hauteur du bas du gnomon fixée à 4405 lignes de la toise de Picard. Or c'est au bas de cette ouverture, sans y rien changer, Jacques Cassini le dit expressément, que fut fixée en 1729 la plaque horizontale du gnomon, dont la hauteur mesurée avec la toise de Cassini se trouva être de 4400 lignes. On déduit de là l'équation des deux toises :

Une toise de Picard = une toise de Cassini (1 — 0,0011362).

» J. D. Cassini en 1682 avait mesuré la longueur totale de la salle de la méridienne, son fils la mesura également en 1729 et trouva 97 pieds 5 pouces 0 ligne; d'où l'on déduit

1 toise de Picard = 1 toise de Cassini (1 — 0,0011392).

» La concordance de ces équations prouve d'abord l'exactitude des mesures. Elle prouve, en outre, la longueur de la salle n'ayant pas changé, que le bas de l'ouverture du gnomon était bien resté au point où on l'avait abaissé en 1682.

» Si nous nous reportons maintenant à la graduation de la méridienne, nous voyons que Jacques Cassini prit pour unité le 10e de la hauteur du gnomon, donc, sans le savoir, la longueur du pendule de Picard. Il fit construire par Langlois trente et une règles de cuivre qu'il ajusta de façon qu'elles fussent toutes égales et que dix quelconques d'entre elles, placées bout à bout, fissent exactement la longueur de la règle articulée qu'il avait ajustée elle-même à la hauteur du gnomon. Ces trente et une règles, encastrées dans des plaques de marbre, furent placées bout à bout le long de la méridienne, avec tous les soins pour qu'elles formassent une ligne parfaitement droite. C'est ainsi qu'elles ont été conservées intactes jusqu'à ce jour. La hauteur du gnomon peut avoir été altérée lors de la restauration

des voûtes de 1786 à 1793; la distance des murs ou la longueur de la salle peut avoir changé; et elle a changé, en effet, d'abord par suite d'un déversement du mur méridional signalé par La Condamine et Cassini, puis très probablement par un ravalement de l'embrasure de la fenêtre du Nord; la longueur de chaque règle, protégée comme elle l'est par les plaques de marbre qui l'encastrent, n'a pas varié. Nous avons donc aujourd'hui trente et un exemplaires authentiques de la longueur du pendule de Picard, représentant chacun 440,5 lignes de la toise de Picard et 440,0 lignes de celle de Cassini.

» Une mesure rapide de la longueur totale des trente et une règles m'a donné $30^{m},777$ ou 13643 lignes de la toise du Pérou. La mesure de J. Cassini lui assigne 13640 lignes. Cette petite différence, si elle est réelle, s'expliquerait aisément par l'introduction progressive de la poussière entre les extrémités des règles.

» La longueur du pendule de Picard, d'après la méridienne de l'Observatoire, serait $0^{m},9927$. Borda a trouvé $0^{m},9925$.

» Enfin, il faut remarquer que la différence de la toise de Picard avec toutes les autres, qui sont plus longues qu'elle d'une ligne presque entière, est la conséquence nécessaire de la manière dont ces toises ont été étalonnées. L'étalon du grand Châtelet, dont elles dérivent toutes, fut établi en 1668; il consistait en une barre de fer, terminée par deux talons perpendiculaires à la barre, entre lesquels une toise devait entrer exactement. Picard y ajusta sa toise immédiatement après la mise en place de l'étalon; toutes les autres toises ne furent présentées à ce type que soixante ans plus tard, lorsque des opérations répétées, et le plus souvent faites sans soin, avaient usé les faces terminales, et, par suite, en avaient accru la distance. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Établissement du régime uniforme dans un tuyau à section circulaire.* Note de M. J. **Boussinesq.**

« I. Pour la paroi en ciment fin (¹) sur laquelle M. Bazin a fait ses récentes observations (dans un tuyau circulaire, il est vrai, et non rectangulaire large), on avait $b = 0,000166$, $\sqrt{b} = 0,0129$, et, par suite (avec la valeur 48,6 de k), $\sqrt{B} = 0,0175$, $k\sqrt{B} = 0,851$ (²); d'où résulte, dans la sec-

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 142.

(²) Ces valeurs se déduisent de la première formule (60) de mon travail de l'année

tion rectangulaire large, encore d'après les mêmes formules (32) de l'Étude citée, $b = 0,000186$, $\sqrt{b} = 0,0136$ et $k\sqrt{b} = 0,663$. L'inverse de $k\sqrt{b}$ y est donc, non pas très grand, mais seulement égal à 1,508. Toutefois, chacune des deux catégories de valeurs que prend le coefficient de Ψ'' dans (107), les unes (pour $\zeta^2 < \frac{1}{3}$) en excédent, les autres (pour $\zeta^2 > \frac{1}{3}$) en déficit sur cette moyenne 1,508, s'en écarte relativement assez peu, surtout en moyenne, pour qu'on puisse, dans une première étude, lui substituer la valeur constante 1,508; et l'expression (110) de Ψ, où α est de l'ordre de $j\pi$, réduit encore le terme Ψ, dans (107), à une fraction presque négligeable du précédent $1,508\Psi''$, au $\frac{1}{15}$ environ. Enfin, dans l'expression (111) de m, le terme $2k\sqrt{B}$, de deuxième approximation, n'est guère, même pour $j = 1$, que le $\frac{1}{6}$ du terme principal $j^2\pi^2$: preuve que les formules obtenues continuent à être applicables avec quelque approximation.

» L'expression (112) de $-\varpi$ donnera donc une idée encore assez juste du phénomène étudié. Le coefficient c figurant devant l'exponentielle y est environ 0,134, vu la valeur 0,663 de $k\sqrt{b}$. Mais, pour un tuyau non muni de la bouche parfaitement évasée que nous avons admise, et où se produira toujours, après la brusque contraction des filets fluides, un épanouissement rapide, avec frottements notables qui ébaucheront déjà l'inégalité des vitesses dans le tuyau, l'écart initial ϖ_i, sur la section où le régime commencera à varier graduellement, aura des valeurs absolues moindres que leur expression supposée $1 - \varphi$, et, par suite, le coefficient c ne devra guère, ou pas, excéder 0,1. Il suffira donc que l'exponentielle se réduise elle-même à 0,1, ou que son exposant égale au moins, en valeur absolue, 2,3026, ou enfin que x atteigne la valeur $72,3h$ environ, pour que l'écart ϖ soit partout inférieur à $\frac{1}{100}$ et insensible. Ainsi, *le régime uniforme sera établi après un parcours x d'environ 72 rayons moyens, ou 36 fois la hauteur $2h$ de la section, à partir de l'endroit où les filets fluides commencent à être sensiblement rectilignes et parallèles.*

» II. Abordons enfin le cas, plus pratique, mais beaucoup moins simple, d'un tuyau à section circulaire. Alors la fonction F peut être réduite à l'inverse de τ avec une approximation suffisante : F_1 est, par suite,

---

dernière (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 143), où $k = 48,60$ d'après l'une des formules précédentes (57) du même travail, et où il suffit d'introduire en outre le résultat $b = 0,000166$, fourni directement par l'observation des débits du tuyau circulaire expérimenté.

$\frac{2}{3}(1-\tau^3)$, et, Ω ne dépendant, comme F et F_1, que de la variable $\tau=\frac{1}{2}\sqrt{\eta^2+\zeta^2}$, $\Delta_2\Omega$ a l'expression $\frac{1}{4\tau}\frac{d.\tau\Omega'}{d\tau}$. D'ailleurs, dans l'équation indéfinie (103), les deux derniers termes du quadrinome entre parenthèses ont évidemment pour somme $-\frac{1}{4}F'_1\Omega'$, ou $\frac{1}{2}\tau^2\Omega'$; de sorte que cette équation indéfinie ne contient Ω que par le produit $\tau\Omega'$. Celui-ci, ou plutôt son quart $\frac{1}{4}\tau\Omega'$, sera donc notre inconnue auxiliaire. Nous l'appellerons encore Ψ, en posant ainsi

$$(113)\qquad \Delta_2\Omega=\frac{1}{\tau}\frac{d\Psi}{d\tau}=\frac{\Psi'}{\tau}.$$

» Enfin, le signe d_σ équivalant à une dérivation en τ, cette équation (103), divisée par m, deviendra presque immédiatement, en y mettant en évidence, comme dans (107), la valeur moyenne, sur toute l'étendue de la section, d'un coefficient variable, valeur qui s'exprime simplement au moyen du coefficient b propre à la section circulaire [1],

$$(114)\qquad \frac{1}{4m}\frac{d}{d\tau}\left(\frac{1}{\tau}\frac{d^2\frac{\Psi'}{\tau}}{d\tau^2}\right)+\left[\frac{1}{k\sqrt{b}}+\frac{2}{3}\left(\frac{2}{5}-\tau^3\right)\right]\frac{d\frac{\Psi'}{\tau}}{d\tau}+2\Psi=0.$$

» Les conditions définies (104) et (105) deviennent en même temps, vu que $d\nu$ (ou $d\sqrt{\eta^2+\zeta^2}$ suivant la normale au contour) est $2d\tau$ à la limite $\tau=1$,

$$(115)\qquad \begin{cases}\Psi(0)=0,\qquad \Psi(1)=0,\qquad \dfrac{d}{d\tau}\left(\dfrac{\Psi'}{\tau}\right)=0\ (\text{pour } \tau=0),\\[2mm] \dfrac{1}{2k\sqrt{B}}\dfrac{d}{d\tau}\left(\dfrac{\Psi'}{\tau}\right)+\dfrac{\Psi'}{\tau}=0\ (\text{pour } \tau=1).\end{cases}$$

» III. La fonction $\Psi(\tau)$ se développera en une série procédant suivant les puissances entières de τ. Cette série, d'après la première condition (115), n'aura pas de terme indépendant de τ. D'ailleurs, la valeur (113) de $\Delta_2\Omega$ devant rester finie au centre, Ψ' contiendra le facteur τ; et le terme du premier degré manquera dans Ψ. Ceux des troisième et quatrième degrés manqueront également; car un terme en τ^3 ne vérifierait pas la troisième condition (115), et un terme en τ^4, porté dans (114), y en donnerait un en τ^{-2}, incapable de se réduire avec aucun autre. Les deux premiers termes

---

(1) Voir la première des formules (43) de mon Étude de l'année dernière (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 77).

seront donc, l'un, en ι^2, l'autre, en ι^5. Après quoi, viendront $\iota^8, \iota^{11}, \iota^{14}, \ldots$; car toute expression de la forme $M\iota^\alpha$, substituée dans (114), y donne trois termes, respectivement affectés de $\iota^{\alpha-6}$, $\iota^{\alpha-3}$, ι^α, essentiellement différents de zéro tous les trois pour $\alpha > 5$ et dont les deux premiers ne pourront se réduire qu'avec d'autres issus de même des deux termes de Ψ où α était moindre soit de 3, soit de 6 unités. Ainsi la différence des divers exposants α est toujours un multiple de 3; et si, Ψ n'étant déterminé qu'à un facteur constant près, l'on prend -1 pour second coefficient, il viendra

$$(116)\qquad \Psi(\iota) = A\iota^2 - \iota^5 + C\iota^8 - D\iota^{11} + E\iota^{14} - \ldots.$$

» Une loi de récurrence assez simple, fournie par la vérification identique de l'équation indéfinie (114), permettra d'évaluer chaque coefficient, à partir de C, en fonction linéaire des deux coefficients précédents multipliés par m. Puis la deuxième condition (115) déterminera A, et la quatrième (115) deviendra enfin l'équation en m.

» IV. Mais bornons-nous, comme nous l'avons fait pour la section rectangulaire large, au cas d'une paroi assez polie, ou plutôt d'une valeur de b assez petite, pour que, dans (114), le coefficient du second terme soit réductible à sa valeur moyenne inverse de $\sqrt{b}$, alors grande comparativement à son écart $\left(\text{variable entre } \frac{4}{15} \text{ et } -\frac{2}{5}\right)$ d'avec cette moyenne. Le troisième terme, 2Ψ, pourra encore être supprimé, comme étant, pour les mêmes raisons que dans la section rectangulaire large, tout au plus comparable à la partie ainsi négligée du second terme; et si l'on introduit, pour abréger, une fonction μ et une constante K définies par les relations

$$(117)\qquad \mu = \frac{d}{d\iota}\left(\frac{\Psi'}{\iota}\right), \qquad K = \frac{4m}{k\sqrt{b}},$$

l'équation indéfinie (114), s'abaissant au second ordre, deviendra

$$(118)\qquad \frac{d}{d\iota}\left(\frac{1}{\iota}\frac{d\mu}{d\iota}\right) + K\mu = 0.$$

» Portons-y l'expression de μ résultant de (117) et (116), savoir

$$(119)\qquad \mu = -3.5\iota^2 + 6.8C\iota^5 - \ldots:$$

l'équation (118) déterminera immédiatement chacun des coefficients C, D, E, ... en fonction du coefficient précédent 1, C, D, ...; et la for-

mule (116) sera

$$(120)\quad \Psi(\tau) = A\tau^2 - \tau^5 + \frac{K\tau^8}{6.8} - \frac{K^2\tau^{11}}{6.8.9.11} + \frac{K^3\tau^{14}}{6.8.9.11.12.14} - \frac{K^4\tau^{17}}{6.8.9.11.12.14.15.17} + \ldots.$$

» Portons-y la valeur de A résultant alors de la seconde condition (115), savoir

$$(121)\quad A = 1 - \frac{K}{6.8} + \frac{K^2}{6.8.9.11} - \frac{K^3}{6.8.9.11.12.14} + \frac{K^4}{6.8.9.11.12.14.15.17} - \ldots;$$

et la dernière condition (115), multipliée par $-2k\sqrt{B}$, puis divisée par 3.5, deviendra l'équation en K (ou en m) :

$$(122)\quad \left\{ \begin{aligned} & 1 - \frac{K}{3.5} + \frac{K^2}{3.5.6.8} - \frac{K^3}{3.5.6.8.9.11} + \frac{K^4}{3.5.6.8.9.11.12.14} - \ldots \\ & \qquad + \frac{2k\sqrt{B}}{5}\left(1 - \frac{2K}{6.8} + \frac{3K^2}{6.8.9.11} - \frac{4K^3}{6.8.9.11.12.14} + \ldots\right) = 0. \end{aligned} \right.$$

» Conformément à ce qu'on avait prévu, elle n'a pas de racine négative; car tous les termes de son premier membre sont essentiellement positifs pour les valeurs négatives de K.

» V. Si le coefficient $\frac{2}{5}k\sqrt{B}$ était assez petit pour qu'on pût négliger dans (122) la série où il figure, quelques tâtonnements donneraient, comme valeur de la plus petite racine, $K = 25,64$. Mais, cette valeur rendant la série dont il s'agit positive (égale à 0,272), il faudra prendre K un peu plus grand. Pour la valeur $k\sqrt{B} = 0,851$, qui convient à une paroi en ciment lissé, quelques essais donnent assez exactement $K = 30$; et il vient ensuite, d'après (121), $A = 0,5342$. On aura donc pour le paramètre m, vu (117), $7,5k\sqrt{b}$, et, dans l'exponentielle correspondante de la formule (106) de ϖ, l'exposant sera, en valeur absolue, $\frac{15g\sqrt{b}}{k}\frac{x}{R}$ ou, très sensiblement, $0,039\frac{x}{R}$ (vu que $\sqrt{b} = 0,0129$). Comme les valeurs initiales ϖ_i de l'écart ϖ, dans le mode de distribution des vitesses, ne dépasseront guère encore un dixième, ou tout au plus un dixième et demi, ces écarts ϖ se réduiront à des quantités de l'ordre de 0,01, et seront insensibles, quand l'exponentielle n'excédera pas 0,1, ou quand l'exposant atteindra 2,3026 en valeur absolue; ce qui aura lieu pour $x = 59$R, à très peu près. *Un parcours d'environ 30 diamètres, après l'épanouissement des filets fluides consécutif à la contraction de l'entrée, suffira donc pour établir le régime uniforme.*

» VI. En comptant 4 ou 5 diamètres en plus depuis l'entrée jusqu'à la

section où l'épanouissement est ainsi effectué et où le régime commence à varier graduellement, on voit que l'établissement du régime uniforme dans un tuyau de conduite à parois polies demandera, au maximum, une longueur de 35 à 40 fois le diamètre du tuyau. Conformément aux observations récentes de M. Bazin, ce régime devait donc, dans ses expériences, exister après un parcours de 50 diamètres, mais non après un parcours de 25 diamètres, où, seulement, l'expression (106) de l'écart ϖ était évidemment réduite à son terme principal. Or, celui-ci est, vu les formules (113), (120) de $\Delta_2\,\Omega$ et de $\Psi(\mathfrak{r})$, et les valeurs, 30, 0,5342, de K et de A,

$$(123)\quad \begin{cases} \varpi = -\,ce^{-0{,}039\frac{x}{R}} \\ \qquad\times(1{,}0685 - 5\mathfrak{r}^3 + 5\mathfrak{r}^6 - 2{,}0833\mathfrak{r}^9 + 0{,}4735\mathfrak{r}^{12} \\ \qquad\quad - 0{,}0676\mathfrak{r}^{15} + 0{,}0066\mathfrak{r}^{18} - 0{,}0005\mathfrak{r}^{21} + \ldots). \end{cases}$$

» La fonction de $\mathfrak{r}$ entre parenthèses, à laquelle l'écart ϖ est proportionnel dans chaque section, décroît de 1,0685 à $-$ 0,6028, quand $\mathfrak{r}$ grandit de zéro à 1, c'est-à-dire quand on va du centre au contour; elle est donc, en valeur absolue, plus grande sur l'axe qu'auprès de la paroi, dans le rapport de 1,773 à 1. Et elle s'annule pour $\mathfrak{r} = 0{,}659$; ce qui est aussi d'accord qu'on pouvait l'espérer avec l'expression particulière de ϖ, observée par M. Bazin pour l'abscisse $x = 50$R et constituée par les différences respectives des deux séries de nombres rapportées au commencement de cette Étude. On y voit, en effet, que la valeur de $\mathfrak{r}$, pour laquelle se produit l'égalité des nombres des deux séries, est voisine de $\frac{5}{8} = 0{,}625$, légèrement moindre, toutefois, et, par conséquent, un peu inférieure à 0,659. Par suite, ϖ, nul en moyenne, ayant ainsi le champ de ses valeurs négatives, qui constitue la région centrale des sections, sensiblement réduit, celui de ses valeurs positives, constitué par la région périphérique, se trouve accru d'autant; et les valeurs absolues de ϖ constatées vers le contour sont encore plus faibles que les valeurs calculées.

» La raison de ces écarts est évidemment dans l'insuffisante petitesse du paramètre $k\sqrt{b}$, qui ne justifiait pas tout à fait les simplifications auxquelles nous avons soumis l'équation différentielle (114).

» VII. Observons à ce propos que la valeur de $\mathfrak{r}$ pour laquelle ϖ s'annule et, par conséquent, l'étendue de la région centrale où ϖ est négatif, grandissent lorsque $\sqrt{B}$, $\sqrt{b}$ tendent vers zéro. Car, si l'on suppose $\sqrt{B}$, $\sqrt{b}$ infiniment petits, il vient, comme on a vu, $K = 25,64$ (d'où $m = 6{,}41\,k\sqrt{b}$, $A = 0{,}5850$); et la formule (123) est remplacée, d'après (106), (113),

(121) et (120), par celle-ci :

$$(124)\quad \begin{cases} \varpi = -ce^{-12,82\frac{g\sqrt{b}}{k}\frac{x}{R}} \\ \quad\times(1,1701 - 5\tau^3 + 4,2733\tau^6 - 1,5218\tau^9 + 0,2956\tau^{12} \\ \qquad - 0,0361\tau^{15} + 0,0030\tau^{18} - 0,0002\tau^{21} + \ldots). \end{cases}$$

» Pour τ croissant de 0 à 1, la fonction de τ entre parenthèses décroît de 1,1701 à − 0,8161 ; de sorte qu'en valeur absolue elle est seulement, sur l'axe, $1^{\text{fois}},434$ (et non plus $1^{\text{fois}},773$) sa valeur à la paroi. Aussi, par compensation, la racine τ qui l'annule est-elle 0,6736, c'est-à-dire un peu supérieure à 0,659 : ce qui rend la région centrale, où ϖ est négatif, égale à la fraction $0,6736^2$, ou aux 454 millièmes, de la section totale σ, au lieu de la fraction $0,659^2$, ou des 434 millièmes. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la composition des eaux de drainage;* Note de M. P.-P. Dehérain.

« Je demande à l'Académie la permission de résumer brièvement les résultats qu'ont fournis la mesure et l'analyse des eaux de drainage recueillies des cases de végétation de Grignon, pendant ces deux dernières années.

» De *mars* 1895 à *mars* 1896, les terres maintenues en jachère ont seules donné des eaux de drainage; les terres ensemencées en plantes annuelles, déjà appauvries d'humidité par la végétation elle-même, ont été si profondément asséchées par la température exceptionnelle de l'automne de 1895, particulièrement du mois de septembre, que les pluies d'automne n'ont pu les saturer; on n'a pas recueilli des cases emblavées une seule goutte d'eau de drainage.

» Si l'on calcule pour la surface d'un hectare, on trouve que les eaux d'égouttement des cases en jachère ont entraîné 109^{kg} d'azote nitrique, chiffre analogue à celui de 1893 et de 1894, mais très inférieur à celui de 1892.

» La pluie a été très inégalement répartie pendant l'année agricole *mars* 1896-*mars* 1897 : rare au début, elle est devenue abondante en juin ($82^{\text{mm}},8$), modérée en juillet et août; elle a pris une extrême fréquence en septembre (130^{mm}) et octobre (136^{mm}) et, bien que les mois d'hiver n'aient présenté rien d'exceptionnel, la quantité d'eau mesurée au pluviomètre de

la station agronomique de Grignon s'est élevée, pour l'année entière, à 722mm, dépassant de beaucoup la moyenne comprise entre 500mm et 600mm.

» On a recueilli partout de grandes quantités d'eaux de drainage; celles qui se sont écoulées des terres en jachère ont entraîné, par hectare, 200kg d'azote nitrique; presque doubles de celles des trois années précédentes, ces pertes d'azote sont égales à celles de 1892.

» On avait supposé, à cette époque, que des causes exceptionnelles avaient donné à la nitrification, pendant cette première année d'observations, une énergie qu'elle ne devait plus présenter. La terre, extraite au moment de la construction des cases, exposée à l'air pendant plusieurs mois, était restée, après sa mise en place, très ameublie, très poreuse, et l'on avait attribué à la facile circulation de l'air et de l'eau, dans le sol ainsi préparé, une influence décisive sur l'activité des ferments nitriques.

» Une autre cause, nous le voyons aujourd'hui, avait largement contribué à la formation des nitrates; en 1892, comme en 1896, les pluies d'été ont été abondantes; or, quand le sol, échauffé par les radiations solaires, devient humide, la nitrification s'accélère, et si, d'autre part, les pluies d'hiver et d'automne sont assez copieuses pour laver le sol complètement, les entraînements atteignent les quantités considérables constatées en 1892 et en 1896.

» Il est bien à remarquer que les terres des cases en jachère n'ont reçu depuis quatre ans aucun engrais azoté, et que la quantité de nitrates apparus, qui surpasse les exigences des plus fortes récoltes, est due exclusivement à la transformation des matières azotées du sol.

» Les terres emblavées ont naturellement laissé couler moins d'eau que les terres en jachère. Cependant, comme les pluies ont été particulièrement abondantes à l'arrière-saison, au moment où la transpiration végétale a disparu, les différences sont moindres que celles qu'on observe pendant les années où les pluies tombent sur les récoltes encore sur pied.

» Les eaux de drainage provenant des terres emblavées sont moins chargées de nitrates que celles qui s'écoulent des terres nues; cependant, les deux cases en vignes ont perdu, en moyenne, 60kg d'azote nitrique à l'hectare, bien qu'elles aient fourni une très forte récolte de raisins. Les pieds de vigne ont été plantés à un écartement d'un mètre en tous sens; il y a place entre eux pour une culture dérobée qui réduirait sans doute beaucoup cette déperdition.

» Le blé et l'avoine, retardés par la sécheresse d'avril et de mai, n'ont donné que des récoltes médiocres : 18qx,9 à l'hectare pour le blé, 18qx,7

pour l'avoine; sans culture dérobée après la moisson, l'hectare de blé a perdu par drainage 33^{kg},25 d'azote nitrique; ensemencé en vesce, 10^{kg},5 seulement. La perte de l'hectare d'avoine a été de 16^{kg}.

» Quand aux betteraves a succédé immédiatement le blé d'hiver, la perte a été presque nulle; on n'a recueilli en moyenne que 1^{kg} d'azote nitrique par hectare.

» Si l'on fond en une seule moyenne tous les dosages effectués sur les eaux de drainage, pendant l'année mars 1896-mars 1897, qu'elles proviennent des terres nues ou des terres emblavées, on arrive à une perte de 57^{kg} d'azote nitrique par hectare, correspondant à 380^{kg} de nitrate de soude.

» Les terres en jachère formaient le cinquième de la surface en observation; si cette proportion se restreint, les pertes par drainage diminuent; si même l'on suppose, ce qui malheureusement est exceptionnel, que toutes les terres soient emblavées, c'est-à-dire si l'on écarte les dosages afférents aux cases en jachère, la perte se réduit à 20^{kg},7 par hectare.

» Cette moyenne englobe encore les dosages qui ont porté sur les eaux provenant des deux cases en vigne; si on les exclut du calcul, de façon à le faire porter seulement sur les eaux écoulées des terres ensemencées en plantes annuelles, la perte se réduit à 14^{kg},8.

» Il est visible que toujours, mais particulièrement pendant les années pluvieuses, le maintien de la jachère entraîne des pertes énormes et que celles que subissent les vignes sont également considérables. Depuis que nous pouvons acquérir des nitrates à bon compte et que les cultures sarclées, permettant de nettoyer le sol, se sont répandues, la jachère n'a plus de raison d'être; elle disparaîtra. Il est utile en outre, d'insister sur l'avantage que présente le semis des cultures intercalaires dans les vignes; elles permettraient de diminuer dans une large mesure les dépenses considérables d'engrais azotés que font actuellement les vignerons.

» Les dosages précédents conduisent encore à une autre conclusion sur laquelle il convient d'insister. Les eaux de drainage des terres emblavées sont infiniment plus pauvres que celles des terres en jachère, et il semble au premier abord que ces différences soient dues aux prélèvements des plantes utilisant les nitrates à la formation de leurs matières azotées. Cette assimilation des nitrates a certainement une part considérable dans la pauvreté en nitrates des eaux qui s'écoulent des terres couvertes de récoltes, mais cette pauvreté est due encore, et il importe de le faire remarquer, à la faiblesse habituelle de la nitrification dans les terres qui portent des plantes

herbacées à évaporation puissante. Admettons, en effet, que tout l'azote, contenu dans l'avoine récoltée des cases, ait été saisi dans le sol sous forme de nitrates, nous trouvons, en calculant à l'hectare, que cet azote pèse 61^{kg}; l'eau de drainage écoulée de ces cases en contenant 16, on a donc pour la quantité totale formée 77^{kg}; en calculant de même pour le blé, nous trouvons 88^{kg}, tandis que les terres en jachère en donnaient 200^{kg}.

» La cause de ces différences considérables est facile à pénétrer. La pluie a été rare, au printemps de 1896, au moment où le blé et l'avoine sont en pleine végétation; la plus grande partie de l'eau tombée a été saisie par les racines du blé ou de l'avoine et rejetée dans l'atmosphère par la transpiration végétale; la faible quantité d'eau restée dans le sol a été insuffisante pour qu'une nitrification énergique pût s'établir.

» Quand la pluie est abondante, elle suffit, au contraire, à entretenir l'évaporation des plantes herbacées et l'activité vitale des ferments; et l'on constate dans les terres emblavées une élaboration de nitrates aussi forte que dans les terres nues. La culture du maïs fourrage en a fourni, en 1896, un très bon exemple; bien qu'on n'eût distribué aucun engrais, on a récolté à l'hectare 70 tonnes de fourrage vert, renfermant environ 174^{kg} d'azote; si l'on y ajoute les 23^{kg} entraînés par les eaux de drainage, on retrouve sensiblement le nombre observé pour l'égouttement des cases en jachère.

» Les terres qui ont porté le maïs fourrage, semé tardivement, sont restées nues au premier printemps, et la pluie, bien que rare, a été suffisante pour provoquer la nitrification; elle s'est maintenue pendant les mois suivants, grâce à l'énorme précipitation de juin, que l'évaporation du maïs n'a pu consommer [1].

» En résumé, les observations recueillies aux cases de végétation conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les quantités d'azote nitrifié dans les terres en jachère, privées d'engrais azotés, s'élèvent, pendant les années humides, à 200^{kg} par hectare représentant 1250^{kg} de nitrate de soude, et dépassent les besoins des récoltes les plus exigeantes.

» 2° Les terres emblavées n'élaborent qu'une quantité de nitrates beaucoup moindre, car l'évaporation formidable des plantes herbacées dessèche le sol trop complètement pour que l'humidité restante suffise à l'entretien

---

(1) Le détail des observations se trouve dans le Tome XXIII des *Annales agronomiques*, p. 241.

d'une nitrification énergique. Quand cependant la pluie est très abondante, on obtient, sans engrais azotés, de très bonnes récoltes renfermant une quantité d'azote aussi forte que celle qui a été nitrifiée dans les terres en jachère.

» 3° Presque toutes nos terres présentent un stock énorme de matières azotées; mais ces matières sont tellement inertes que, pour atteindre les hauts rendements, nous sommes contraints d'acquérir à grands frais le nitrate de soude du Chili. Les expériences précédentes démontrent que, si l'action des ferments est favorisée par une humidité suffisante, elle triomphe de l'inertie de l'humus et détermine la formation des nitrates en proportions telles qu'elles assurent à l'alimentation azotée des plus fortes récoltes.

» 4° Si donc, mettant à profit l'admirable disposition topographique de la partie méridionale de notre pays que dominent : au sud, les Pyrénées; à l'est, les Alpes; au nord, le Plateau central, sur lequel se dressent les monts d'Auvergne, on se décidait à utiliser aux arrosages les eaux qui, chaque année, s'écoulent sans profit de ces cimes neigeuses, si l'on construisait de nombreux canaux d'irrigations, on donnerait à la production agricole de cette région un essor prodigieux, car non seulement les plantes seraient bien abreuvées, mais, en outre, elles trouveraient, à portée de leurs racines, le plus puissant des agents de fertilité : le nitrate. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherches sur l'état où se trouvent, dans les fontes et aciers, les éléments autres que le carbone;* par MM. **Ad. Carnot** et **Goutal.**

« Nous nous proposons de continuer ici l'étude de l'état chimique des éléments qui entrent dans la composition des fontes ou des aciers, en nous occupant d'abord des métaux proprement dits, comme le manganèse, le cuivre, le nickel, le chrome, puis des éléments plus rares, qu'en général on range aussi parmi les métaux, le titane, le tungstène, le molybdène.

» *Manganèse.* — Les expériences que nous avons déjà relatées montrent que le manganèse manifeste une affinité particulière pour le soufre et pour le silicium et que, lorsqu'il est en faible proportion dans une fonte, il peut s'y trouver entièrement sous la forme de sulfure ou de siliciure de manganèse. Lorsqu'il est en proportion plus grande, les dissolvants que nous

avons employés pour le fer font disparaître en même temps le manganèse, sans que l'on puisse trouver dans cette expérience aucune raison décisive pour établir, s'il est plutôt en combinaison ou en dissolution dans le fer en excès.

» *Cuivre.* — Le chlorure cupri-potassique ne permet pas d'isoler le cuivre contenu dans un acier; mais on y parvient, au contraire, assez bien par l'emploi d'un acide faible, tel que l'acide chlorhydrique à 5 pour 100, pourvu qu'il soit employé à l'abri de l'air, dans un courant d'acide carbonique, par exemple.

» 2gr d'un acier, que l'analyse a montré renfermer 3,40 pour 100 de cuivre, ont ainsi laissé un résidu de 0gr,066, qui était du cuivre pur. Le cuivre était donc resté intégralement inattaqué, sans retenir de fer, et l'on peut en conclure qu'il se trouvait, sans doute, à l'état de simple dissolution dans le métal.

» *Nickel.* — Le nickel disparaît entièrement sous l'action du réactif cupri-potassique neutre. Il ne nous a pas été possible non plus de le laisser complètement indissous dans un acide faible, même à l'abri de l'air. On arrive cependant, par ce moyen, à n'attaquer que partiellement le métal et l'on trouve alors un résidu formé de nickel métallique exempt de fer, ce qui conduit aux mêmes conclusions que pour le cuivre et probablement pour le manganèse.

» *Chrome.* — Les ferro-chromes à teneur élevée sont d'une attaque fort difficile par les acides; il nous a donc fallu opérer sur des aciers, dont la teneur en chrome ne dépassait pas 2,50 pour 100.

» Ces aciers sont facilement attaquables par l'acide chlorhydrique étendu et froid, à l'abri de l'air, lorsqu'ils sont très carburés; ils résistent bien, au contraire, s'ils ne le sont que faiblement.

» Le chlorure cupri-potassique agit d'une façon toute différente : il laisse insoluble tout le chrome des aciers très carburés et dissout, s'il est un peu concentré, une partie du chrome des aciers renfermant peu de carbone.

» L'examen des résidus insolubles dans ces réactifs montre qu'ils sont composés de chrome, de fer et de carbone. Nos essais ne sont pas encore assez nombreux et les résultats assez nets pour que nous puissions indiquer dès maintenant les proportions des éléments constituants et les formules des combinaisons.

» Nous nous bornerons à dire que le chrome se trouve dans les aciers à l'état de carbures de chrome et de fer.

» *Titane.* — Les ferro-titanes peuvent être attaqués soit par les acides,

soit par le sel cuivrique. Dans les deux cas, le résidu est du titane exempt de fer.

» 2^{gr} d'un ferro-titane à 48,6 pour 100, traités par l'acide chlorhydrique, ont laissé $0^{gr},968$ de titane pur; 5^{gr} d'un acier à 4,62 pour 100 de titane ont laissé $0^{gr},230$ de titane.

» Le titane n'est donc pas combiné et laisse dissoudre entièrement le fer du ferro-titane, sans s'attaquer lui-même.

» *Tungstène*. — L'attaque d'un acier au tungstène par de l'acide chlorhydrique étendu, en chauffant doucement et à l'abri de l'air, laisse comme résidu un composé de fer et de tungstène, dont la composition répond à la formule Fe^3Tu ; il se dissout à peine quelques milligrammes de tungstène.

» Deux échantillons différents ont donné :

	I.	II.		I.	II.
Fer..........	$0^{gr},1300$	$0^{gr},1424$	soit, pour 100,	48,42	48,27
Tungstène....	$0^{gr},1385$	$0^{gr},1526$	»	51,58	51,73

» La formule Fe^3Tu correspond à la composition théorique

Fer..................................	47,73
Tungtène..........................	52,27

» L'attaque par le sel cuivrique provoque la décomposition de cet alliage et donne un résidu de tungstène libre avec un peu d'acide tungstique.

» *Molybdène*. — Les aciers au molybdène, traités par les acides étendus, à l'abri de l'air, abandonnent un résidu composé de fer et de molybdène, dont les proportions répondent exactement à la formule Fe^3Mo^2.

» Nous avons trouvé, en effet, en partant de deux échantillons différents :

	I.	II.		I.	II.
Fer..........	$0^{gr},1470$	$0^{gr},2135$	soit, pour 100,	46,52	46,66
Molybdène....	$0^{gr},1690$	$0^{gr},2441$	»	53,48	53,34

» La formule Fe^3Mo^2 correspond à :

Fer..............................	46,67
Molybdène......................	53,33

» Le chlorure de cuivre et de potassium, même bien neutre, ne permet pas de laisser tout le molybdène dans le résidu insoluble.

» *En résumé*, le manganèse, le nickel, le cuivre et le titane paraissent se

trouver simplement dissous dans les aciers; une portion du manganèse peut, d'ailleurs, être à l'état de sulfure ou de siliciure dans les fontes;

» Le chrome forme des composés complexes et peut-être multiples avec le fer et le carbone;

» Le tungstène et le molybdène sont à l'état de combinaisons définies avec le fer, représentées par les formules

$$Fe^3 Tu \quad \text{et} \quad Fe^3 Mo^2.$$

» Ces éléments, généralement considérés comme des métaux, se comportent donc, dans l'acier, à la façon des métalloïdes, tandis que l'arsenic, au contraire, y joue un rôle analogue à celui des métaux proprement dits. »

PHYSIQUE. — *Sur l'explication d'un résultat expérimental attribué à une déviation magnétique des rayons X*; par Sir **G.-G. Stokes.**

« Les *Comptes rendus* du 5 juillet 1897 contiennent (p. 17), une Note où M. G. de Metz décrit une expérience dont le résultat, suivant lui, ne peut être expliqué que par l'une ou l'autre de ces deux hypothèses : ou dans un vide extrême les rayons X sont capables de déviation magnétique, ou les rayons cathodiques peuvent traverser la paroi en verre d'un tube de Crookes. Je ne crois pas qu'aucun des termes de cette alternative contienne l'explication exacte, et je demande à l'Académie la permission de lui soumettre ce que j'estime être la théorie vraie du phénomène.

» Tout tend à prouver que les rayons X sont une agitation de l'éther, et l'on peut regarder aujourd'hui comme pratiquement établi que cette agitation est transversale. Si ces rayons sont une agitation de l'éther, supposer qu'ils sont capables de déviation magnétique prête le flanc à de très grandes difficultés théoriques; je ne sache pas d'ailleurs qu'une telle déviation ait été expérimentalement démontrée dans aucun cas. Quant aux soi-disant rayons cathodiques, il me paraît absolument évident que ce ne sont pas du tout de vrais rayons, mais bien des courants de molécules chargées d'électricité, projetés par la cathode. Il y aurait sans doute une grande difficulté dans cette manière de voir si nous étions obligés de supposer ces molécules capables de passer à travers la paroi en verre d'un tube de Crookes, d'autant plus que, Crookes lui-même l'a montré il y a déjà longtemps [1], les rayons cathodiques sont arrêtés par une mince pellicule de

(1) Crookes, *Philosophical Transactions for* 1879, p. 150.

verre, de quartz ou de mica. Mais il n'est nullement nécessaire d'avoir recours à cette supposition pour expliquer les résultats obtenus par M. de Metz. Il me semble évident que les phénomènes qui se présentent dans les hauts degrés de vide sont de la nature de ceux qui ont été étudiés par MM. Spottiswoode et Moulton sous le nom de *relief-effect* ([1]). Les deux masses d'air extrêmement raréfié, situées respectivement dans le tube de Crookes et dans le tube cylindrique, constituent les deux armatures d'une bouteille de Leyde, dont le diélectrique est formé par la portion de la paroi du tube de Crookes, limitée au contour du tube cylindrique. A chaque décharge de la bobine d'induction, un torrent de molécules électrisées négativement est projeté contre l'anti-cathode ou la première surface du diélectrique, laquelle communique sa charge, ou une bonne partie de sa charge, soit directement à l'anode, soit, en premier lieu, à quelque autre partie de la surface interne du tube de Crookes. Toute charge momentanée de la première surface du diélectrique agit inductivement sur le contenu du tube cylindrique, et produit réciproquement une décharge entre la seconde surface du diélectrique et le cylindre d'aluminium relié à la terre; et, dans cette phase de décharge réciproque, où la seconde surface agit comme cathode, les molécules sont projetées de cette seconde surface exactement comme de la cathode du tube de Crookes, et elles affectent de même un écran au platinocyanure de baryum.

» Bien que, comme j'en suis pleinement convaincu et comme, j'imagine, le pensent la plupart des physiciens, les rayons cathodiques et les rayons X soient de nature complètement différente, ils sont également capables d'affecter une plaque photographique ou d'exciter la fluorescence d'un écran couvert de platinocyanure de baryum. Cela admis, les résultats obtenus par M. de Metz trouveront une explication très simple. Lorsque l'air à l'intérieur du tube cylindrique était à la pression atmosphérique ou seulement à un degré de vide modéré, la fluorescence observée sur l'écran était due aux rayons X. Car, ainsi que Lenard ([2]) l'a montré, les rayons cathodiques, à supposer qu'ils existent, seraient promptement arrêtés par l'air et ne pourraient par conséquent atteindre l'écran. En conséquence, les rayons produisant la fluorescence étaient trouvés insensibles à l'aimant. D'autre part, à un vide élevé, les rayons cathodiques, constitués par les molécules que projetait la surface rendue cathode par induction, étaient

---

([1]) Spottiswoode et Moulton, *Philosophical Transactions for* 1879, p. 177.

([2]) Lenard, *Wiedemann's Annalen,* Vol. 51, p. 225; 1894.

capables d'atteindre l'écran; et, comme ils étaient à même d'exciter une fluorescence beaucoup plus intense que les rayons X, l'effet observé était principalement dû aux rayons cathodiques; et, par conséquent, les rayons excitants étaient trouvés susceptibles de déviation par l'aimant.

» En présentant cette explication, je tiens à me garder contre la pensée qui pourrait m'être attribuée d'expliquer de la même façon l'apparition de rayons cathodiques venant de la seconde surface d'une plaque d'aluminium dont la première surface reçoit des rayons cathodiques. Dans ce cas, le processus est probablement plus direct et présente, je suis porté à le penser, quelque analogie avec l'électrolyse. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'intoxication par la sueur de l'homme sain.* Note de M. **L. Arloing.**

« Aujourd'hui, on admet généralement la toxicité de la sueur éliminée au cours d'une infection; mais celle de la sueur de l'homme sain est très contestée, en dépit de l'opinion des anciens médecins attribuant à la sécrétion sudorale une action franchement dépurative.

» La question ne pouvait être tranchée qu'en injectant, dans le sang d'animaux convenablement choisis, de la sueur sécrétée par des hommes sains. Probablement en raison des difficultés que l'on éprouve à se procurer de la sueur, elle a été abordée par un très petit nombre d'expérimentateurs. A notre connaissance, Röhrig et Queirolo seuls ont pratiqué des injections de sueur. Le premier, qui n'a fait qu'une seule injection sur le lapin, conclut à l'existence de la toxicité; le second, qui a fait quatorze injections, pense que la sueur des personnes saines n'élimine aucune substance toxique.

» Nous avons cru qu'il était indispensable de reprendre l'étude de ce sujet. Nous avons obtenu les éléments de la sueur par des procédés divers, et de nombreux échantillons de sueur normale, grâce au concours de M. Berthe et de M. le Dr Sonrel. Nos expériences ont donc été fort variées.

» De toutes ces expériences, nous avons conclu catégoriquement à la présence de matières toxiques dans la sueur de l'homme sain. Injectée dans le sang, la sueur entraîne la mort du chien à la dose moyenne de 15^{cc} par kilogramme de poids vif; celle du lapin, à la dose de 25^{cc}, dans un délai de vingt-quatre à soixante-douze heures. Elle peut aussi tuer le cobaye, lorsqu'on l'introduit à dose suffisante dans le péritoine ou dans le tissu

conjonctif sous-cutané. En aucun cas, nous ne sommes encore parvenu à tuer les animaux sur le coup; les injections déterminent toujours une maladie d'une certaine durée.

» La durée de la maladie, la gravité des symptômes, la dose de sueur nécessaire pour amener la mort varient avec les conditions dans lesquelles les glandes sudoripares ont fonctionné. Par exemple, la sueur sécrétée pendant un travail musculaire pénible possède une toxicité dépassant de $\frac{1}{4}$ et même de $\frac{1}{3}$ la toxicité habituelle. De plus, toutes choses étant égales d'ailleurs, les sueurs obtenues par un moyen artificiel de sudation présentent un minimum de toxicité (voir *Comptes rendus de la Société de Biologie*, séances du 19 décembre 1896 et du 29 mai 1897).

» La toxicité de la sueur normale étant établie, nous tenons à faire connaître les caractères de l'empoisonnement, en prenant pour type de cette description les troubles qui se manifestent sur le chien.

» Règle générale, l'introduction des premières quantités de sueur dans la veine jugulaire provoque une vive agitation, suivie bientôt d'un effet sédatif remarquable, qui se prolonge jusqu'à la fin des injections. Le chien est plongé dans le calme le plus complet, les paupières mi-closes; on le croirait sous l'influence d'un hypnotique; mais il n'en est rien, car il se redresse vivement sur ses pattes dès qu'on lui rend la liberté.

» Il ne tarde pas à être envahi par une profonde tristesse. Des tremblements agitent les principaux groupes musculaires. L'œil est larmoyant. A cette période, la température centrale s'élève notablement, et l'on note des désordres accusés du côté de l'appareil digestif, tels que vomissements répétés, alimentaires d'abord, bilieux ensuite, douleurs abdominales, expulsions diarrhéiques, épreintes, et parfois de légères hémorragies intestinales. La respiration est petite, accélérée. Les battements du cœur, très précipités au début, reprennent pendant quelques heures leur rythme ordinaire, puis s'accélèrent de nouveau et deviennent graduellement de plus en plus faibles. L'artère est molle, dépressible; le pouls est à peine perceptible. Les extrémités se refroidissent. L'animal devient indifférent à tout ce qui l'environne; sa prostration est extrême; sa température centrale tombe au-dessous de la normale; enfin il succombe après avoir offert un tableau symptomatique qui rappelle singulièrement celui qu'entraîne l'administration de quelques toxines microbiennes.

» Quand l'intoxication n'affecte pas le caractère suraigu, la maladie dure plusieurs jours. Les animaux présentent une amélioration au bout de vingt-quatre heures, amélioration éphémère à laquelle succède une

fièvre modérée, de l'inappétence, un dépérissement profond, quelquefois une faiblesse des membres confinant à la paralysie. Dans ce cas, comme dans le précédent, le sujet succombe en hypothermie.

» Si la dose de sueur injectée est moins forte ou le sujet plus résistant, deux cas peuvent se présenter : l'animal guérit complètement, ou bien il tombe insensiblement dans un état cachectique qui l'emporte en l'espace de quinze à trente jours.

» Après ce tableau sommaire de l'intoxication par la sueur, nous tenons à revenir avec plus de détails sur les perturbations capitales. Dans cette Note, nous parlerons des troubles imprimés à la circulation, que nous avons minutieusement étudiés à l'aide de la méthode graphique.

» En arrivant dans le sang, la sueur produit des modifications dont l'intensité varie avec son degré de toxicité ou de concentration. Elles éclatent dix à vingt secondes après le début de l'injection.

» Pendant que se manifestent de l'agitation, des cris et des plaintes, le pouls devient subitement petit et accéléré : de 120 pulsations, il passe à 240 et 300 par minute; simultanément, la pression artérielle s'élève, atteint parfois 200^{mm}, puis descend rapidement au voisinage de 70^{mm}. A voir la chute de la courbe et la petitesse du pouls, on craint pour la vie du sujet, d'autant mieux qu'elles coïncident habituellement avec une respiration irrégulière et superficielle. Chez certains animaux et avec certaines sueurs, ces troubles éclatent moins bruyamment; plus modérés, ils sont plus faciles à observer. Ils sont à leur maximum d'atténuation, lorsqu'on se sert de sueur dont la sécrétion a été artificiellement provoquée après un long repos.

» Cette crise est faible ou nulle après les injections subséquentes. Une fois la crise terminée, la pression se relève graduellement, tout en restant au-dessous de la pression initiale; le cœur se calme et reprend plus d'énergie; si bien qu'une heure ou une heure et demie après, la circulation n'est plus en rapport avec la gravité de la situation.

» Mais si l'on abandonne l'animal à lui-même pendant huit à dix heures, et si l'on explore de nouveau le système artériel avec les appareils graphiques, on constate une chute considérable de la pression artérielle, l'accélération et la faiblesse du pouls. Ainsi, dans une expérience, la pression mesurait 176^{mm} de mercure et le pouls était à 96 avant toute injection; une heure et demie après l'introduction du poison, la pression était descendue à 160^{mm} et le pouls s'était élevé à 120; neuf heures plus tard, la pression était à 110^{mm} et le pouls à 156. Cette modification considérable

de la pression, du pouls et du cœur, coïncide avec la phase de prostration et avec l'établissement d'une vive inflammation et d'une abondante exhalation séro-sanguinolente sur la muqueuse gastro-intestinale, plutôt qu'avec un phénomène vaso-dilatateur général.

» Au plus fort des troubles circulatoires, au moment où le pouls est le plus accéléré, nous avons constaté que l'excitabilité des nerfs modérateurs du cœur est intacte. Le poison sudoral a donc agi principalement sur les centres excito-cardiaques et sur la fibre myocardique.

» Dans une prochaine Note, nous examinerons les troubles subis par d'autres grandes fonctions. »

M. **Berthelot** rappelle qu'on lit ce qui suit dans l'Ouvrage intitulé : *Mappæ clavicula* (recette 265), Recueil de recettes antiques :

« Sudorem equi, quem in dextera parte inter coxas habuerit, sume, et intinge sagittam. Hoc expertum est utiliter. »

« Prenez la sueur du cheval, à droite, entre les côtes; trempez-y une flèche. Ce procédé a été essayé avec succès. »

Peut-être est-il de quelque intérêt de rapprocher ce vieux texte des expériences de M. Arloing.

CHIMIE. — *Sur le vert phtalique; préparation et constitution.* Note de MM. **A. Haller** et **A. Guyot**.

« Le nom de vert phtalique a été introduit dans la Science par M. Otto Fischer ([1]) qui l'a donné à une matière colorante verte obtenue en petites quantités en faisant agir du chlorure de phtalyle sur la diméthylaniline en présence du chlorure de zinc. Ayant cherché à préparer ce vert d'après la méthode de l'auteur et n'en ayant obtenu que des traces, nous avons supposé que la formation de cette matière colorante pouvait bien être due à la présence, dans le chlorure de phtalyle employé, d'un autre corps que ce chlorure. Pour arriver à résoudre la question, nous avons repris l'étude de la réaction du dichlorure de phtalyle du commerce sur le benzène et avons pu constater qu'outre le diphénylphtalide il se formait de petites quan-

([1]) *Annalen der Chemie*, t. CCVI, p. 112.

tités d'un nouveau composé $C^{20}H^{18}O$. Ce corps, reproduit par différents autres procédés, et en particulier en faisant agir du chlorure d'aluminium sur du tétrachlorure de phtalyle et du benzène, n'est autre chose que de la diphénylanthrone décrite dans une de nos précédentes Communications [1]. La formation de ce corps, aux dépens du dichlorure de phtalyle commercial, était donc due à la présence, dans ce dichlorure, de petites quantités de tétrachlorure dont le point d'ébullition est voisin de celui du dichlorure :

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}Cl\\Cl\\Cl\end{array}\right.\\COCl\end{array}\right. + 3C^6H^6 = C^6H^4\left\langle\begin{array}{c}\overset{H^5C^6\diagdown\;\;\diagup C^6H^5}{C}\\CO\end{array}\right\rangle C^6H^4 + 4HCl.$$

» De là à conclure que le vert phtalique pouvait bien avoir une origine semblable, il n'y avait qu'un pas. Nous l'avons en effet obtenu en faisant agir du tétrachlorure de phtalyle fondant à 84°, dissous dans du sulfure de carbone, sur une solution de diméthylaniline et de chlorure d'aluminium dans ce même sulfure.

» La réaction, très vive au début, est terminée au bout de quelques minutes. Le contenu du ballon se dépose en deux couches : une couche supérieure, peu colorée, qu'on enlève par décantation, et une couche inférieure, ayant l'aspect d'un goudron, visqueuse, et qui semble être une combinaison organométallique que l'eau décompose avec formation de la matière colorante cherchée. Pour isoler ce produit, il suffit de reprendre le goudron par 4^{lit} à 5^{lit} d'eau, de porter le mélange à l'ébullition et de filtrer. Par refroidissement, on obtient un dépôt de petites aiguilles ou de feuillets dorés, qu'une seconde cristallisation dans l'eau bouillante permet d'isoler à l'état de pureté.

» Ce produit constitue le *chlorhydrate* de la matière colorante; il peut être obtenu avec un rendement de 60 à 95 pour 100 du poids du tétrachlorure mis en œuvre. La composition du chlorhydrate, desséché à 100°, répond à la formule $C^{32}H^{34}Az^3OCl + H^2O$. Les autres sels se préparent, soit en dissolvant la base dans l'acide, soit en opérant par double décomposition entre le chlorhydrate de la matière colorante et un sel d'argent.

» L'*azotate* $C^{32}H^{34}Az^3OAzO^3$ est un sel très stable et cristallise en paillettes dorées. Il n'est pas hygrométrique comme le chlorhydrate.

» Tous ces sels sont en général peu solubles dans l'eau froide, beaucoup plus dans l'eau bouillante ou dans l'alcool. Ce dernier dissolvant les abandonne par évaporation lente, en cristaux quelquefois assez volumineux. Leurs solutions aqueuses possèdent une nuance très voisine de celle du vert malachite, mais légèrement plus bleue, et virent, comme celles de ce

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 102.

dernier colorant, en jaune orangé par les acides minéraux. Ce changement de coloration est dû à la formation de sels polyacides, cristallisant généralement bien, mais dissociables par l'eau.

» Le *chloroplatinate* $(C^{32}H^{34}Az^3OCl + 3HCl)^2 3PtCl^4$ ou $(C^{32}H^{37}Az^3OCl)^2 3PtCl^6$ s'obtient cristallisé en beaux feuillets d'un rouge vermillon, quand on précipite une solution chlorhydrique concentrée bouillante du chlorhydrate par un excès de chlorure de platine. Pour l'analyse, on a fait cristalliser le produit dans l'acide chlorhydrique concentré et chaud, puis les cristaux obtenus ont été séchés sous cloche en présence de chaux vive et jusqu'à poids constant. La composition de ce chloroplatinate présente quelque intérêt au point de vue de la constitution de la matière colorante; nous y reviendrons plus tard.

» *Leucobase du vert phtalique* $C^{32}H^{35}Az^3O$. — Ce leucodérivé s'obtient en traitant par de la poudre de zinc et de l'acide chlorhydrique, jusqu'à décoloration complète, une solution aqueuse de la matière colorante. Séparée et purifiée par des cristallisations répétées dans le chloroforme ou la benzine, cette base se présente sous la forme de petits prismes brillants, possédant toutes les propriétés de la leucobase du vert phtalique de M. O. Fischer et fondant, comme cette dernière, à 235°-236°.

» Dans une prochaine Communication, nous reviendrons sur le composé étudié par le savant allemand; nous montrerons qu'il est identique avec notre vert, tout en ayant une constitution différente de celle qui lui fut assignée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Marx** adresse une nouvelle rédaction, comprenant l'ensemble de ses Communications précédentes sur l'éther principe universel des forces, l'attraction universelle, l'électricité.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **A. Chalas** adresse une Note intitulée : « Application de l'eau de mer pour l'action des piles électriques primaires, dans la navigation sous-marine. »

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Volumes de l' « Annuaire de l'École Polytechnique

(années 1894, 1895 et 1896) », qui sont adressés par M. *H. Tarry*. (Présenté par M. Chatin.)

M. Mascart présente à l'Académie trois nouveaux Volumes des « Annales du Bureau central météorologique »; 1895, I Mémoires, II Observations, III Pluies en France.

M. L. Troost fait hommage à l'Académie de la 12e édition de son « Traité élémentaire de Chimie ».

M. Émile Picard, en déposant sur le bureau le Tome I d'un Ouvrage sur la « Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les leçons que j'ai faites, cet hiver, à la Sorbonne, sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, et que nous avons rédigées, M. Simart et moi. Elles forment le premier Volume d'un Ouvrage que nous nous proposons de publier ensemble sur cette importante et difficile théorie.

» Dans ce premier Tome, on trouvera développées tout d'abord diverses questions préliminaires concernant les intégrales multiples et la Géométrie de situation. Je reprends ensuite mes recherches sur la connexion dans les surfaces algébriques, en insistant particulièrement sur la connexion linéaire et les intégrales de différentielles totales algébriques. Les deux derniers Chapitres sont consacrés à une première étude des nombres invariants introduits par Clebsch et par Noether, et aux intégrales doubles qui s'y rapportent.

» On pensera peut-être que notre tentative est prématurée, et que la théorie des fonctions algébriques de plusieurs variables présente encore trop de lacunes pour pouvoir faire l'objet d'une exposition d'ensemble. Nous savons, certes, combien il y a de questions qu'il ne nous sera pas possible d'approfondir; notre seul but est de donner une idée de l'état actuel de la Science, sur un sujet dont l'étude mérite de tenter l'effort de nombreux chercheurs, et où il y a certainement à faire encore des découvertes importantes.

» Nous nous proposons, dans le Tome II, de compléter divers points qui n'ont été qu'effleurés dans le présent Volume, en particulier, l'étude

de la connexion à deux dimensions. Nous étudierons ensuite quelques classes particulières de surfaces, avec des applications à diverses questions de Calcul intégral; nous comptons aussi faire connaître dans leurs grandes lignes les résultats considérables obtenus, dans ces derniers temps, par MM. Castelnuovo et Enriques, résultats qui ont renouvelé toute une partie de la Théorie des surfaces. »

M. **Hatt** présente à l'Académie l'« Annuaire des Marées des côtes de France pour 1898 ». Ce Volume contient, pour la première fois, le Tableau des hauteurs de la mer d'heure en heure pour Brest. Ces chiffres ont été obtenus avec les constantes harmoniques du port, tandis que ceux qui les précèdent dans les Tableaux des hautes et basses mers sont calculés avec les formules de la Mécanique céleste. La différence d'origine de ces deux séries de chiffres explique quelques divergences, d'ailleurs peu importantes.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** transmet à l'Académie divers documents, extraits de journaux publiés dans l'Inde, concernant le tremblement de terre du 12 juin dernier.

(Renvoi à MM. Michel-Lévy et de Lapparent.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation du problème de la représentation conforme aux variétés à trois dimensions.* Note de M. **Emile Cotton**, présentée par M. Darboux.

« J'ai été conduit, par l'étude de la transformation des équations linéaires aux dérivées partielles, à me poser la question suivante : *Reconnaître s'il est possible de trouver* x_1, x_2, x_3 *en fonction de* y_1, y_2, y_3, *de telle sorte qu'une forme quadratique de différentielles* $f(dx)$ *soit transformable, à un facteur près indépendant des différentielles, en une forme* $\varphi(dy)$ *également donnée*. Une telle transformation conserve les angles *pris par rapport aux formes quadratiques* (voir *Leçons* de M. Darboux, t. II). Nous pourrons donc énoncer le problème précédent de la manière suivante : *Reconnaître s'il est possible d'effectuer une représentation conforme d'une variété à trois dimensions sur une autre*. J'ai réussi à traiter ce problème pour le cas où *l'une des variétés est l'espace euclidien ordinaire,* et c'est la solution de cette question que je me propose d'indiquer ici.

» I. Considérons d'abord le cas où la forme $f(dx)$ ne contient que les carrés des différentielles

$$f(dx) = ds^2 = B_1^2\,dx_1^2 + B_2^2\,dx_2^2 + B_3\,dx_3^2.$$

» Lamé (*Leçons sur les coordonnées curvilignes*) a donné les conditions nécessaires et suffisantes pour que $d\sigma^2 = H_1^2\,dx_1^2 + H_2\,dx_2^2 + H_3\,dx_3^2$ soit, par un changement de variables, réductible à une forme à coefficients constants. Remplaçant, dans les six équations de Lamé, H_1, H_2, H_3 par ρB_1, ρB_2, ρB_3, on a un système de six équations aux dérivées partielles, qui, si elles sont compatibles, donneront le facteur inconnu ρ^2 tel que $\rho^2 ds^2$ soit transformable, par un changement de variables, en $dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2$.

» Ces équations peuvent être résolues par rapport aux dérivées secondes de ρ, et se simplifient si l'on prend comme fonction inconnue $\log\rho = R$. Les dérivées secondes de R s'expriment en fonction des dérivées premières des coefficients du ds^2 et de leurs dérivées. Ce système d'équations aux dérivées partielles en R se rattache à un type connu (voir la Thèse de M. Bourlet). Les conditions de compatibilité s'obtiennent en égalant les diverses valeurs des dérivées troisièmes des R obtenues par dérivation des équations précédentes.

» En posant

$$b_i = \log B_i,$$

$$b_{ik} = \frac{\partial^2 b_l}{\partial x_i\,\partial x_k} + \frac{\partial^2 b_l}{\partial x_l}\frac{\partial b_l}{\partial x_k} - \frac{\partial b_k}{\partial x_i}\frac{\partial b_l}{\partial x_k} - \frac{\partial b_i}{\partial x_k}\frac{\partial b_l}{\partial x_l} \qquad (i \neq k \neq l),$$

$$a_i = \frac{\partial}{\partial x_k}\left(\frac{1}{B_k}\frac{\partial B_l}{\partial x_k}\right) + \frac{\partial}{\partial x_l}\left(\frac{1}{B_l}\frac{\partial B_k}{\partial x_l}\right) + \frac{1}{B_l^2}\frac{\partial B_k}{\partial x_l}\frac{\partial B_l}{\partial x_l},$$

$$\alpha_h = a_1 B_1 + a_2 B_2 + a_3 B_3 - 2 a_h B_h.$$

» On a d'abord deux équations obtenues en égalant les expressions que l'on peut déduire par permutation circulaire des indices 1, 2, 3 de la suivante :

$$b_{12}\frac{\partial b_3}{\partial x_3} + b_{31}\frac{\partial b_3}{\partial x_2} + \frac{\partial b_{23}}{\partial x_1}.$$

» On a ensuite six autres équations, obtenues en permutant de toutes les manières possibles les indices 1, 2, 3 dans la suivante :

$$\frac{2}{B_2}\frac{\partial B_1}{\partial x_2} a_3 + 2\frac{B_1}{B_3^2}\frac{\partial B_1}{\partial x_3} b_{23} - 2\frac{B_2}{B_1}\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{B_1}{B_2}\right) b_{12} + 2\frac{\partial b_{12}}{\partial x_1} - \frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{\alpha_1 B_1}{B_2 B_3}\right) = 0.$$

» Ces conditions, ne donnant pas de nouvelle équation en R, sont bien

nécessaires et suffisantes. Si elles sont satisfaites, R s'obtient par l'intégration d'un système d'équations différentielles ordinaires, et se trouve dépendre *essentiellement* de quatre constantes arbitraires. Ces constantes correspondent aux constantes de l'inversion la plus générale effectuée dans l'espace y, y_2, y_3. R une fois obtenu, les formules de transformation sont celles qui permettent de réaliser l'*application* de la variété $x_1, x_2, x_3, \rho^2 : \rho^2 ds^2$ sur la variété $y_1, y_2, y_3, dy_1^2 + dy_2^2 + dy_3^2$. C'est là un problème connu (voir Lamé, *Coordonnées curvilignes*).

» II. Le cas où la forme $f(dx)$ est quelconque se ramène au précédent. On démontre aisément qu'il existe toujours des changements de variables ramenant $f(dx)$ à ne contenir que les carrés des différentielles; en d'autres termes, il existe toujours, dans une variété à trois dimensions, des systèmes triples orthogonaux par rapport à la forme fondamentale. Les équations aux dérivées partielles définissant de tels systèmes se prêtent à l'application des théorèmes de Cauchy, si l'on a ramené, ce qu'il est possible de faire (Darboux, *loco citato*), la forme à ne contenir l'une des différentielles que par son carré.

» Cette remarque faite, pour obtenir les équations auxquelles doit satisfaire ρ pour que $\rho^2 f(dx)$ soit réductible à une forme à coefficients constants, il suffit d'écrire que le covariant de $\rho^2 f(dx)$, désigné par G_4, par M. Christoffel dans le Mémoire cité, s'annule identiquement. On obtient ainsi un système de six équations en $R = \log \rho$, et l'on peut le résoudre par rapport aux dérivées secondes de R. Les conditions d'intégrabilité seront faciles à écrire. Du cas précédent et du fait que toute variété du troisième ordre admet des systèmes triples orthogonaux, il résulte que ces conditions d'intégrabilité n'introduiront pas d'équations nouvelles en R, et se réduiront à des relations entre les coefficients de la forme et de leurs dérivées, qui seront satisfaites identiquement si le problème est possible. Dans ce cas, le facteur ρ et les formules de transformation se déterminent comme précédemment.

» III. En résumé, nous connaissons les opérations à effectuer pour reconnaître si une forme quadratique ternaire de différentielles est réductible à une forme à coefficients constants multipliée par un facteur indépendant des différentielles; et nous savons effectuer cette réduction par l'intégration d'un système complètement intégrable.

» Il semble facile de trouver en Mécanique, par exemple, des applications de ce problème. Pour ce qui concerne la théorie des équations linéaires aux dérivées partielles du deuxième ordre, il donne le moyen

de reconnaître si une équation à trois variables donnée est réductible, par un changement de variables, à une forme où les dérivées secondes aient des coefficients constants. »

OPTIQUE. — *Dispersion rotatoire naturelle du quartz dans l'infra-rouge* (¹). Note de M. R. **Dongier**, présentée par M. Lippmann.

« Les mesures (²) du pouvoir rotatoire dans l'infra-rouge ayant donné des résultats contradictoires, j'ai repris ces déterminations par un procédé différent et que je crois plus précis.

» Les radiations calorifiques d'un arc électrique, rendues parallèles par un collimateur, sont réfractées par un prisme de spath d'arête parallèle à l'axe, qui sert à la fois de polariseur et d'appareil de dispersion. Elles traversent ensuite un canon de quartz, un analyseur biréfringent et une lentille achromatique. Dans le plan focal de cette lentille, la fente de la pile thermo-électrique différentielle laisse passer la portion du spectre où se concentre le faisceau monochromatique qui a traversé le quartz et l'analyseur perpendiculairement à leurs faces. Les deux moitiés de la pile thermo-électrique reçoivent les deux images séparées qui proviennent du dédoublement opéré par l'analyseur. La déviation galvanométrique obtenue est proportionnelle à la différence y des intensités d'une même radiation dans les deux spectres.

» Les sections principales du polariseur et de l'analyseur étant parallèles, on détermine, à partir de l'extrême infra-rouge, les indices du spath pour les longueurs d'onde $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$, qui correspondent à des déviations nulles du galvanomètre et pour lesquelles les rotations produites par le quartz sont successivement $\frac{\pi}{4}, \frac{\pi}{4}+\frac{\pi}{2}, \ldots, \frac{\pi}{4}+(n-1)\frac{\pi}{2}$.

» Cette méthode, analogue à celle que M. Carvallo a utilisée dans l'étude de la dispersion de la fluorine (³), possède quelques avantages.

» 1° Avec les repères adoptés, on se trouve dans les conditions de plus grande sensibilité. En effet, si la vibration émergente du quartz, pour la longueur d'onde λ, fait

---

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

(²) Carvallo, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XXVI, p. 113; 1892. — Moreau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6ᵉ série, t. XXX, p. 133; 1892. — Hupe, *Progr. d. Realschule zu Charlottenburg*, Ostern; 1894.

(³) Carvallo, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. IV, p. 5.

l'angle α avec la section principale de l'analyseur, la différence des intensités dans les deux spectres est la fraction $i \cos 2\alpha$ de l'intensité i avant l'incidence.

» Dans la dérivée $\frac{dy}{d\lambda} = -2 \sin 2\alpha \frac{d\alpha}{d\lambda}$, le coefficient $\sin 2\alpha$ prend la plus grande valeur absolue égale à l'unité pour les valeurs $\alpha = \frac{\pi}{4} + (n-1)\frac{\pi}{2}$, qui correspondent à l'égalité d'intensité dans les deux spectres. La mesure de y, avec une précision égale à Δy, permet d'obtenir la mesure de λ avec une approximation d'autant plus grande que $\Delta\lambda$ est plus faible, c'est-à-dire que $\frac{dy}{d\lambda}$ est plus grand.

» 2° La valeur du pouvoir rotatoire étant donnée, l'erreur expérimentale porte seulement sur la mesure de la longueur d'onde. Dans les méthodes antérieures, sauf celle de M. Hupe, les causes d'erreur portent à la fois sur la mesure du pouvoir rotatoire et sur la mesure de la longueur d'onde.

» 3° Par un réglage convenable des appareils, on obtient le parallélisme des sections principales du polariseur et de l'analyseur; on n'utilise dans une même série d'expériences que les mêmes portions des surfaces du système optique; on évite ainsi les différences d'absorption introduites par les différentes régions de ces surfaces, ainsi que l'influence de leurs imperfections optiques.

» *Résultats.* — J'ai expérimenté avec deux quartz droits, très purs, extraits d'un même échantillon et taillés par M. Jobin. Les épaisseurs, mesurées au Bureau international des Poids et Mesures, sont égales à $60^{mm},755$ et à $27^{mm},059$. L'emploi d'un analyseur en spath pour les longueurs d'onde inférieures à 2^{μ} et d'un analyseur en quartz jusqu'à $2^{\mu},7$, m'a permis d'éviter les perturbations qui seraient dues au dichroïsme [1]. J'ai caractérisé les radiations par leurs indices dans le spath; la précision de la mesure des indices est de 5 unités de la cinquième décimale dans le spectre ordinaire et de 1 unité de la quatrième décimale dans le spectre extraordinaire. J'ai obtenu les longueurs d'onde correspondantes en utilisant les formules de dispersion de M. Carvallo [2].

» Aucune formule de la dispersion rotatoire du quartz, déduite, jusqu'à ce jour, de considérations théoriques, ne convient à la fois pour le spectre visible (résultats de MM. Soret et Sarasin) et pour mes résultats de l'infra-rouge. J'ai modifié la formule de M. Carvallo, $\rho = \frac{11,976 n^2 - 21,027}{\lambda^2}$, où n est l'indice ordinaire du quartz, en ajoutant au second membre le terme $\frac{0,3708}{(\lambda - 3,2)^2}$, qui est important dans l'infra-rouge et a peu d'influence dans les faibles longueurs d'onde.

» La formule ainsi modifiée convient pour toute l'étendue du spectre

---

(1) E. Merritt, *Physical Review*, vol. II, p. 424; 1895.

(2) Carvallo, *Annales de l'École Normale* (*Supplément;* 1892).

avec la même approximation que celle de M. Carvallo dans le visible et dans l'ultra-violet.

Longueur. d'onde.	Indice extraordinaire du spath.	Indice ordinaire du spath.	Indice ordinaire du quartz.	ρ (¹) calculé.	ρ (¹) observé.	Différence.
μ 2,4....	»	1,47446	»	»	1,66	»
1,82 ...	1,63009	»	1,52397	2,243	2,22	0
1,415 ..	1,63682	»	1,52935	3,604	3,70	+0,10
1,19 ...	1,64031	»	1,53227	5,10	5,18	+0,08
1,04 ...	1,64292	»	1,53442	6,708	6,66	—0,04
0,95 ...	1,64494	»	1,5359	8,08	8,14	+0,06
0,875 ..	1,64672	»	1,5372	9,566	9,63	+0,07
0,817 ..	1,64836	»	1,5382	11,17	11,11	—0,06
0,767 ..	1,64997	»	1,53905	12,54	12,59	—0,05

» Les différences entre mes résultats et ceux que M. Carvallo a obtenus jusqu'à $2^\mu,14$ sont de l'ordre des erreurs expérimentales. Les différences entre mes résultats et les mesures de M. Moreau, qui ont été effectuées jusqu'à $1^\mu,715$, sont supérieures aux erreurs expérimentales [2]. »

PHYSIQUE. — *Sur la transformation des rayons X par les métaux* [3]. Note de M. G. Sagnac, présentée par M. Lippmann.

« 1. Un pinceau de rayons X défini par deux fentes tombe obliquement sur une lame métallique. A quelques millimètres au-dessus de la région du métal frappée par les rayons est disposée une plaque photographique dont la couche sensible est nue et tournée vers le métal. Ce dispositif permet de reconnaître que l'or, l'argent, le zinc, le cuivre, le plomb, l'étain impressionnent à distance la plaque photographique, quand ils sont frappés par les rayons X. L'aluminium se montre inactif.

» 2. Une expérience comparative faite avec deux miroirs du même acier, l'un rugueux et l'autre optiquement poli, montre que le degré de poli de la surface du métal est sans influence. D'ailleurs, la région impressionnée sur la plaque photographique ne correspond pas à la trace d'un faisceau réfléchi par une surface imparfaitement polie ; elle est située précisément au-dessus de la partie du métal qui reçoit les rayons X

(¹) ρ est calculé à l'aide de la formule $\rho = \frac{11,976\,n^2 - 21,027}{\lambda^2} + \frac{0,3708}{(\lambda - 3,2)^2}$.

(²) Voir l'explication de ces écarts dans un Mémoire plus détaillé qui sera inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

(³) Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

et qui émet ainsi un *rayonnement* d'intensité maximum suivant le plus court chemin entre le métal frappé et la plaque sensible.

» 3. L'intensité du rayonnement s'affaiblit rapidement, quand l'épaisseur de l'air traversé augmente.

» On le reconnaît en plaçant deux larges lames du même métal à des distances petites et différentes au-dessous de la face sensible d'une plaque et faisant tomber des rayons X sur la face verre de la plaque. L'impression directe des rayons X est renforcée devant les deux lames métalliques, et moins pour la plus éloignée que pour la plus rapprochée. La plupart des métaux, au contact de la couche sensible, donnent un renforcement de l'action photographique comparable à l'action directe des rayons X ([1]). L'action est déjà bien affaiblie quand le métal est à 1^{mm} de la face sensible; au delà de 10^{mm} l'action devient insignifiante.

» 4. Une lame de mica ou d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur arrête déjà presque complètement les rayons des métaux. Une simple feuille de papier noir les affaiblit beaucoup, et inégalement d'un métal à l'autre : ainsi les rayons du cuivre traversent le papier noir mieux que les rayons de l'étain.

» 5. Ces rayons des métaux tombant sur l'aluminium lui donnent la propriété d'impressionner une plaque photographique, tandis que les rayons X ne peuvent pas exciter directement l'aluminium.

» 6. Les propriétés indiquées distinguent suffisamment les rayons actuels des rayons X incidents. On ne peut même pas dire qu'une partie spéciale des rayons X ait été diffusée par le métal. Il s'agit d'une véritable *transformation des rayons* X, d'une sorte de *luminescence du métal*.

» 7. En comparant des feuilles minces d'un même métal sous diverses épaisseurs, on reconnaît que l'émission des nouveaux rayons a son siège dans une couche superficielle de quelques centièmes de millimètre d'épaisseur.

» 8. La différence d'activité de deux métaux varie avec le mode de fonctionnement du tube de Crookes. En particulier, l'action du zinc est favorisée par rapport à celle du plomb, si le tube est amené à donner des rayons X traversant mal les tissus de la main.

» 9. Il y a donc dans le faisceau des rayons X incidents une partie qui excite plus spécialement la luminescence de tel ou tel métal. Par suite, le faisceau transmis par une mince feuille métallique ne possède pas la même composition que le faisceau des rayons X incidents.

» 10. La transparence apparente d'un système de feuilles minces de métaux différents dépend de l'ordre dans lequel on superpose les métaux. On constate, en effet, que le système : (cuivre, étain) paraît plus opaque que le système : (étain, cuivre). Ce résultat est très général ; le système : (étain, papier noir) se montre notablement plus opaque que le système : (papier noir, étain). Les épaisseurs employées sont comparables au centième de millimètre.

» *Conclusions.* — I. Les différents métaux exercent sur les rayons X une

---

([1]) Ce renforcement a été signalé dès le début par M. Röntgen.

absorption élective. En même temps, la couche superficielle du métal émet de nouveaux rayons bien plus difficilement transmis que les rayons X par le mica, l'aluminium, le papier noir et l'air lui-même. Ces nouveaux rayons sont transformés eux-mêmes par l'aluminium.

» II. On est conduit naturellement à penser que les nouveaux rayons, absorbés par la couche de gaz adjacente au métal, rendent ce gaz conducteur de l'électricité au même titre que les rayons X, incidents eux-mêmes. Cette remarque paraît justifiée. Les métaux suivants : *zinc, plomb, étain, aluminium* se rangent dans l'ordre indiqué, au point de vue de l'intensité de leur luminescence; or, c'est là précisément l'ordre de vitesse de décharge de ces métaux quand les rayons X les frappent directement. L'aluminium n'est pas sensiblement luminescent sous l'influence des rayons X, et l'on sait qu'il ne joue aucun rôle spécial dans le phénomène de la décharge.

» J'ai déjà montré que l'action directe des rayons X sur le gaz ([1]) paraît liée à la luminescence du gaz. La luminescence du métal frappé par les rayons X permet d'expliquer, d'autre part, le rôle joué par le métal dans la décharge du conducteur électrisé.

» III. A un point de vue plus général, la luminescence des métaux frappés par les rayons X fournit une nouvelle série de radiations. Pour se procurer d'autres radiations, on pourra étudier la luminescence de diverses substances frappées par les rayons X et transformer à leur tour ces radiations en leur faisant exciter de nouvelles luminescences, comme il arrive pour l'aluminium frappé par les rayons d'un autre métal. On pressent ainsi que l'on parviendra à remplir peu à peu l'intervalle inoccupé qui sépare les rayons X des rayons ultra-violets connus et à les identifier peut-être avec de tels rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur le voile photographique en radiographie.* Note de M. **P. Villard** ([2]), présentée par M. J. Violle.

« Les épreuves radiographiques présentent souvent un aspect voilé, surtout quand il s'agit d'objets épais : on admet volontiers que ce résultat est produit par des rayons X de nature particulière, capables de traverser presque tous les corps sans absorption notable.

([1]) *Comptes rendus* du 19 juillet.
([2]) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

» Sans faire d'hypothèse sur la composition du rayonnement émis par un tube de Crookes en activité, je crois que l'explication précédente est loin d'être exacte; les expériences suivantes paraissent établir que le voile n'est nullement dû à l'action de rayons X ayant traversé les objets à radiographier.

» I. Sur une plaque sensible entourée de papier noir, est placée une large barre de fer plate, de 6^{mm} d'épaisseur; sur celle-ci, et en croix, est posée une seconde barre de même épaisseur. Sur chacune des barres ont été déposés de petits objets en cuivre ou en argent épais. Au-dessus du tout, à 25^{cm} environ, est installé un tube de Crookes capable de donner des radiographies d'une grande netteté. Après une pose de trois minutes, le cliché est développé et donne les résultats suivants :

» Sous la barre au contact du papier noir, pas trace d'impression; sous la barre placée à 6^{mm} au-dessus de la plaque, impression grise très marquée; il semble que cette barre se soit montrée transparente aux rayons X; il n'en est rien cependant, car les objets situés sur cette barre n'ont pas donné de silhouettes, et d'ailleurs la première barre, de même épaisseur que la seconde, s'est montrée parfaitement opaque pour la pose adoptée. Si l'on intervertit les barres, le résultat reste le même : il y a toujours un voile sous celle qui n'est pas au contact du papier renfermant la plaque sensible.

» II. Une plaque sensible est enfermée dans du papier noir ou du carton, au-dessus sont disposés les objets suivants :

» 1° Une plaque de cuivre de 1^{mm} d'épaisseur, placée au contact du papier, et sur laquelle est posée une pièce de monnaie en or;

» 2° Une seconde plaque, pareille à la première, mais maintenue à 15^{mm} au-dessus de la glace sensible; au-dessous, sur le papier, sont deux pièces d'or; sur la plaque de cuivre, directement au-dessus de l'une des pièces, se trouve une pièce de cinq francs, en argent, et, un peu plus loin, une pièce d'or;

» 3° Une plaque de cuivre disposée comme la précédente, mais garnie latéralement de quatre plaques verticales formant avec elle comme le couvercle d'une boîte rectangulaire, et servant d'écrans.

» Sur chaque pièce de monnaie est posé un petit écrou épais, en bronze; cette précaution permettra de s'assurer ultérieurement que les pièces n'ont pas été traversées par les rayons X.

» Le tout est soumis pendant cinq à six minutes à l'action du tube de Crookes employé précédemment, et voici ce que l'on observe :

» 1° La plaque de cuivre au contact du papier a été traversée par les rayons X, la pièce d'or s'est montrée opaque et son image n'est pas voilée;

» 2° La seconde plaque a été également traversée; il semble même qu'elle soit beaucoup plus transparente près des bords qu'au centre; mais, tandis que la pièce d'or placée au-dessous d'elle, sur le papier, donne une image exempte de voile, les pièces placées sur la plaque semblent avoir été franchement traversées par les rayons X; leurs silhouettes sont grises et se distinguent à peine du fond qui les entoure. L'image de la pièce d'or placée directement sous la pièce de cinq francs est bien visible, mais

elle est très confuse. Cependant aucune des pièces n'a été réellement traversée, car les objets placés au-dessus n'ont pas donné de silhouettes.

» L'emploi d'un tube peu résistant ne modifie pas sensiblement le phénomène. Les choses se passent encore de même si l'on règle l'interrupteur de manière à affaiblir le rayonnement du tube au point qu'il soit nécessaire de porter à une demi-heure la durée de la pose, ou encore si les rayons X ont préalablement traversé une lame absorbante en cuivre mince.

» 3° La troisième plaque a donné au contraire des silhouettes exemptes de voile, et l'on ne peut trouver trace de l'image de la pièce d'or placée sous la pièce de cinq francs.

» Le résultat est identique, même en portant au maximum la résistance du tube de Crookes.

» III. L'expérience précédente a été répétée, avec les deux premières lames seulement, les objets à radiographier étant disposés dans un vase en cuivre mince contenant de l'eau jusqu'au niveau de la lame supérieure : le résultat a été le même que précédemment; il convient seulement de remarquer que les rayons qui ont produit le voile ont traversé la lame de cuivre formant le fond du vase.

» On peut conclure de ce qui précède que le voile, au moins dans beaucoup de cas, n'est nullement dû à des rayons ayant traversé tous les obstacles, car il se produit sous des objets réellement opaques, et l'addition d'écrans latéraux suffit à le faire disparaître. L'image confuse donnée par une pièce d'or placée à 15^{mm} au-dessous d'une pièce de cinq francs ne peut provenir des rayons directs, et d'ailleurs elle disparaît aussi par l'addition d'écrans. Cette image n'est pas due non plus au rayonnement fourni par les parois du tube, celui-ci étant amplement masqué par la pièce supérieure et la lame de cuivre. Il semble donc que l'impression parasite observée ait pour cause une sorte de fluorescence de l'air ambiant, ou de l'eau; et, dans ces conditions, on conçoit que la radiographie d'un thorax, par exemple, présente de sérieuses difficultés.

» Les expériences de M. Röntgen, dont M. Raveau a communiqué les résultats à la Société française de Physique, ne laissent subsister aucun doute relativement à la dissémination des rayons X par l'air; la conclusion précédente est d'ailleurs conforme à celle que M. Sagnac, dans une Note très récente, déduit de ses recherches sur la propagation de ces mêmes rayons. »

PHYSIQUE. — *Actions des rayons X sur la temperature des animaux.* Note de M. **L. Lecercle**, présentée par M. Bouchard. (Extrait.)

« Nous avons soumis aux rayons X le train postérieur de plusieurs lapins dont les poils avaient été enlevés, et nous avons déterminé les tempéra-

tures cutanée et rectale : 1° avant l'exposition aux rayons, 2° immédiatement après, 3° une demi-heure après.

» Les rayons X étaient fournis par le modèle primitif du tube en forme de poire, excité par une bobine dont le circuit primaire, d'une résistance de $\frac{1}{4}$ d'ohm, était traversé par un courant de 52 ampères, fourni par l'usine centrale de Montpellier avec six accumulateurs en dérivation.

» Le fond du tube était à $0^m,10$ de la peau. Une toile métallique en communication avec le sol les séparait.

» Nous rapportons ici les observations faites sur deux lapins :

Femelle de $3^{kg},250$.

	Températures rectales.			Températures cutanées.		
	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.
1re expérience...	39	38,8	39	36,9	36,6	37,1
2e expérience...	38,9	38,9	39	36,3	36,3	36,6
3e expérience...	38,7	38,7	38,9	36,1	35,7	36,8
4e expérience...	38,7	38,6	38,8	36,7	36,9	36,9
Moyennes...	38,8	38,7	38,9	36,5	36,4	36,8

Lapin de $3^{kg},060$.

	Températures rectales.			Températures cutanées.		
	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.	Avant.	Immédiatement après.	Demi-heure après.
1re expérience...	37,7	37,5	37,9	35,4	35,3	35,4
2e expérience...	37,6	37,5	38,1	35,2	35	35,2
3e expérience...	37,8	37,8	38,7	36,1	35,4	36,8
4e expérience...	37,7	37,4	37,9	35,9	35,2	36,1
Moyennes...	37,7	37,5	38,1	35,6	35,2	35,9

» Ainsi l'exposition aux rayons X modifie les températures cutanée et rectale dans le même sens. Sous leur influence, ces deux températures baissent d'abord, pour se relever ensuite au-dessus du degré initial. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Dilatations aux températures élevées; résistance électrique.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume.**

« *Transformations magnétiques et dilatations.* — On sait, depuis les recherches de M. J. Hopkinson, que le passage de l'état non magnétique à

l'état magnétique dans les aciers au nickel irréversibles est accompagné d'un changement de volume. Il était intéressant de rechercher si un phénomène analogue se produit dans les alliages réversibles, ce que j'ai fait en mesurant la dilatation de quelques-uns de ces alliages, à travers la transformation magnétique, jusqu'à des températures élevées.

» Je me suis servi, dans cette recherche, de la méthode des dilatations relatives sous la forme suivante :

» Une barre de laiton, munie à l'une de ses extrémités d'une petite réglette à biseau portant une division, est fixée par l'autre extrémité, au moyen d'une forte vis, à la barre dont on veut connaître la dilatation. La réglette empiète sur la barre qui porte, en regard de la division, un trait servant d'index. Les deux barres sont libres de se dilater, et leurs changements relatifs de longueur sont donnés par le mouvement de la réglette devant l'index. Les barres sont introduites dans une chaudière verticale en laiton, remplie d'huile et munie d'un agitateur et d'un thermomètre. La chaudière, entourée d'un manchon d'air, est placée sur un fourneau à gaz. On lit, à l'aide d'un micromètre, les déplacements relatifs de l'index et de la division. Pour la plupart des règles, les mesures ont été poussées jusqu'à 220°.

» Cet appareil conduit à des résultats bien inférieurs en précision à ceux que fournit le comparateur; il semble cependant donner, pour la valeur des coefficients de dilatation, des résultats exacts à $\frac{1}{200}$ près.

» Ces mesures ont montré que les lois des dilatations déterminées au comparateur entre 0° et 38° se conservent sans changement notable jusqu'à une température comprise dans la région de transformation magnétique. A partir de là, la dilatation augmente rapidement jusqu'à une deuxième température au-dessus de laquelle elle redevient à peu près constante, mais avec une valeur supérieure à celle qu'elle possédait au-dessous de la transformation. La ligne représentative des allongements en fonction de la température se compose donc de deux segments de lignes à peu près droites reliées par une courbe à forte concavité supérieure.

» Pour les alliages à 39,4 et 44,4 pour 100, dont la transformation s'effectue à des températures élevées, je n'ai pas pu atteindre le point où la loi des dilatations se modifie. Les formules établies par les expériences au comparateur pour la dilatation de ces alliages donnent, par extrapolation, des valeurs correctes jusqu'à 220°.

» J'indiquerai à titre d'exemple quelques-unes des formules établies pour les alliages dont la transformation magnétique s'opère dans les limites de mes mesures :

Alliages.	Limites.	Coefficients vrais à T°.
30,4 %	de 0° à 110°	4,570 + 0,0235 T
»	110 à 164	8,60 + 0,104 (T − 110)
»	164 à 220	12,60 + 0,008 (T − 164)
31,4	0 à 122	3,395 + 0,0150 T
»	122 à 182	5,25 + 0,128 (T − 122)
»	182 à 220	13,00 + 0,036 (T − 182)
34,6	0 à 142	1,373 + 0,00474 T
»	142 à 220	2,05 + 0,065 (T − 142)

» L'alliage à 37,5 pour 100 se transforme à une température plus élevée. Cependant, cet alliage montre déjà, pour les températures atteintes dans les mesures, une petite modification dans la loi des dilatations. On peut en effet représenter le coefficient de dilatation entre 0° et 220° par les deux formules suivantes :

Alliages.	Limites.	Coefficients vrais à T°.
37,5 %	de 0° à 150°	3,457 − 0,0129 T
»	150 à 220	2,37 + 0,0011 (T − 150)

» Les alliages les moins dilatables, réservés pour des expériences de durée, n'ont pu être chauffés à des températures élevées; mais on peut conclure, par analogie, qu'ils ne commencent à éprouver une variation sensible dans la loi de leur dilatation qu'à partir de 180° environ.

» *Résistance électrique.* — La résistance spécifique de ces alliages est élevée. Elle est généralement comprise entre 80 et 90 microhms-centimètres, et varie peu d'un alliage à l'autre. La résistance varie régulièrement avec la température même pendant la transformation magnétique. J'ai mesuré avec soin, et pour un grand nombre de températures, la résistance de plusieurs alliages entre 20° et 150°. Les uns sortaient de la transformation aux températures les plus basses des mesures. Pour d'autres, la transformation était entièrement comprise dans l'intervalle des expériences. D'autres enfin commençaient à se transformer un peu au-dessus de la température extrême. Pour tous ces alliages, la résistance a pu être représentée, dans tout l'intervalle dans lequel j'ai opéré, par une fonction du deuxième degré dont le deuxième terme est très petit.

» Les alliages les moins dilatables varient plus que les alliages très dilatables.

» Voici les résultats trouvés pour quelques alliages :

Alliages.	Coefficients moyens de la variation entre 0° et T°.
22 Ni + 3 Cr	$(784 - 0,13T)10^{-6}$
26,2	$(844 + 0,01T)$ »
28,7	$(700 - 0,20T)$ »
30,8	$(897 - 0,43T)$ »
35,0	$(1561 - 1,69T)$ »
35,7	$(1611 - 1,68T)$ »

» Le recuit diminue légèrement la résistance de ces alliages, contrairement à ce qui a lieu pour la plupart des métaux étudiés jusqu'ici.

» On voit, en résumé, que les variations magnétiques des aciers au nickel réversibles entraînent des changements de volume également réversibles (aux petites déformations résiduelles près), tandis que la résistance électrique de ces alliages semble complètement indépendante de ces derniers changements.

» Les aciers au nickel nous donnent donc une nouvelle preuve du fait que la variation de résistance électrique avec la température ne saurait être considérée comme une simple conséquence de la dilatation. »

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de lignes du carbone dans les sels fondus.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. Friedel.

« Voici les longueurs d'onde des raies formant le spectre de lignes du carbone, tel que je l'ai reconnu et mesuré dans les carbonates fondus, en le produisant au moyen du dispositif décrit dans la précédente séance.

» On a mis en regard les nombres d'Angström et Thalén ([1]) et ceux de MM. Eder et Valenta ([2]), obtenus avec le carbone libre : les premiers, par l'observation directe, les seconds, par la photographie. Toutes ces valeurs ont été rapportées au spectre normal de Rowland. Les chiffres qui les accompagnent dans les colonnes *i* représentent les intensités des raies pour 12 = max.

([1]) Nombres ayant subi la correction de Rowland (*Nova Acta Upsal.*, t. IX; 1875).
([2]) *Denkschr. Kais. Akad. Wiss.*, LX Bd. Wien; 1893.

	Carbone libre.				Carbonates fondus.				
	Angstrom et Thalén.	*i.*	Eder et Valenta.	*i.*	A. de Gramont.	*i.*		$N = \frac{1}{\lambda}$.	Différences.
C_α	658,40	10	658,42	1	»	»	Non vue	151,83	
	657,85	12	657,87	1	657,85	7	Très bien marquée	151,96	
	569,51	6	Non photographiées		»	»	Non vue	175,57	
Gr. I	566,19	6			566,22	3	Facilement visible	176,54	
	564,75	8			564,86	3	Facilement visible	176,98	0,44
	563,96	2			564,10	2,5	Facilement visible	177,20	0,22
	538,00	2	537,98	1	537,99	5	Assez bien marquée	185,83	8,63
Gr. II	515,14	5	515,12	1	515,16	7	Très bien marquée	194,07	8,24
	514,50	6	514,49	1	514,46	7	Très bien marquée	194,31	0,24
	513,38	3	513,37	1	513,29	7	Très bien marquée	194,73	0,42
	Non vue	»	455,63	1	»	»	Non vue	219,41	
C_β	426,66	10	426,75	4	426,70	9	Forte, très large et diffuse	234,26	

» Le doublet rouge, appelé généralement C_α, et considéré par Angström et Thalén comme de première importance, est contesté, quant à l'origine, par Eder et Valenta, qui se demandent s'il est bien dû au carbone, et l'ont noté comme de faible intensité. Plusieurs auteurs, observant avec une faible dispersion, ont pris, pour sa composante la moins réfrangible, la raie de l'hydrogène H_α 657,3. Il était donc nécessaire d'étudier cette partie du spectre avec un soin tout particulier. J'ai fait usage pour cela d'un spectroscope très dispersif du système Thollon à quatre prismes ([1]), du modèle décrit et figuré dans les *Leçons de Physique générale* de MM. Chappuis et Berget (t. II, p. 130). Cet appareil, appartenant au Laboratoire des Recherches physiques, m'avait été obligeamment prêté par M. Lippmann. Avec le carbone pur comme avec les carbonates fondus, et en employant une fente très étroite, donnant les raies du sodium presque filiformes, cet instrument ne m'a permis de voir qu'une seule raie très bien marquée, un peu diffuse, non dédoublable, et correspondant bien à la plus réfrangible du doublet d'Angström, avec une valeur précise de 657,85 (R^d), pour H_α 657,30 (Ames) et Li 670,82 (Kayser et Runge), le pointé réticulaire des trois raies étant mesuré dans le même spectre, en tours et fractions de tour de la vis micrométrique de l'appareil. Je n'ai, d'autre part, jamais pu arriver à faire apparaître la raie 658,4, en faisant cependant varier toutes les conditions expérimentales : condensation, différence de potentiel, milieu gazeux, corps employés, sécheresse absolue et absence complète d'hydrogène. D'ailleurs, même avec le spectroscope ordinaire à vision directe, 658,4 eut paru parfaitement distincte de 657,85 et distante de celle-ci de plus de 0^{div},5 de l'échelle. Chaque fois que j'ai cru la voir, j'ai reconnu mon erreur, due au vacillement de l'étincelle, et je me suis assuré qu'elle ne se produisait plus avec une image fixe de celle-ci, projetée sur la fente par une lentille condensatrice.

» La raie 569,5(?) a paru faible, fugitive, rarement et irrégulièrement visible, et indépendamment des autres raies du même spectre. N'ayant pu la produire à volonté et ne l'ayant jamais observée avec le graphite dans l'hydrogène, je ne l'ai pas fait figurer dans mes observations. Peut-être serait-ce une raie non signalée de l'air?

([1]) Thollon, *Comptes rendus*, t. LXXXVI; 1878, p. 329 et 595.

» Le groupe que j'ai désigné par I est formé de trois raies peu intenses, à peu près égales, mais facilement visibles, bien qu'elles n'aient pas été photographiées par MM. Eder et Valenta. Je les ai toujours vues dans toutes les conditions où le spectre du carbone se produisait, et là seulement.

» Tous les auteurs ont bien attribué au carbone la raie 537,99 et le groupe II formé de trois raies assez brillantes et à peu près aussi vives que la raie rouge C_α. Quant à 455,63 de MM. Eder et Valenta, je n'ai jamais réussi à la faire apparaître. Avec les sels fondus, on pourrait, à première vue, prendre pour cette raie 455,27 du platine, due parfois aux spatules.

» Enfin C_β 426,70 est la ligne la plus forte et la plus caractéristique du carbone, la seule pouvant offrir un caractère analytique. Elle s'élargit énormément par l'accroissement de la condensation, jusqu'à devenir comme une bande nébuleuse sur les bords; aussi les mesures ont-elles été faites avec une seule jarre.

» La dernière colonne du Tableau contient les inverses $\left(N = \frac{1}{\lambda}\right)$ des longueurs d'onde; ces valeurs sont proportionnelles aux nombres de vibrations. En examinant leurs différences successives, on verra les raies composantes des groupes I et II, à peu de chose près symétriquement réparties de part et d'autre de la raie intermédiaire 537,97 ($N = 185,83$).

» Les carbonates de potassium, de sodium et principalement de lithium ont surtout servi à ces mesures; mais on a aussi observé le spectre du carbone dans les cyanures, les sulfocyanures et même avec les sulfocarbonates, au-dessous de leur température de décomposition. A froid et dans l'hydrogène, j'ai réussi, en faisant éclater une étincelle très courte et très condensée entre deux perles de K^2CO^3 solidifiées sur deux fils de platine iridié, à observer passagèrement C_α, C_β et le groupe II [1]. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Relation entre la polymérisation des corps liquides et leur pouvoir dissociant sur les électrolytes.* Note de M. **Paul Dutoit** et de Mlle **E. Aston**, présentée par M. Friedel.

« D'après les recherches nombreuses qui ont été effectuées jusqu'à présent sur la conductibilité électrique des liquides, les corps hydroxylés tels que l'eau, les alcools et acides de la série grasse, l'acide nitrique, etc. sont seuls susceptibles de donner des solutions fortement conductrices. Or, d'après les mesures effectuées par MM. Ramsay et Shields, par la méthode

---

[1] Travail fait au Laboratoire de recherches de Chimie organique de M. Friedel, à la Sorbonne.

des ascensions capillaires, ces corps hydroxylés sont polymérisés à l'état liquide, résultat qui est confirmé par un ensemble de propriétés signalées au cours de divers travaux antérieurs (¹).

» Nous nous sommes demandé s'il n'y avait pas une relation nécessaire entre la polymérisation du dissolvant et la dissociation électrolytique; de telle sorte que cette dernière ne puisse se produire que lorsqu'on emploie des dissolvants polymérisés. Pour résoudre la question, nous avons entrepris des mesures de conductibilités électriques sur un certain nombre de dissolvants qui, soit par la méthode des ascensions capillaires, soit par leurs autres propriétés, doivent être certainement considérés comme des liquides polymérisés. Ce sont le propionitrile, l'acétone, la méthyléthylcétone, la méthylpropylcétone et le nitroéthane.

» Ces expériences, dont nous résumons ici les principaux résultats, ont jusqu'à présent pleinement confirmé notre hypothèse.

» *Propionitrile* (point d'ébullition : 94°,5-95°,5, sous la pression de 730^mm^). — Nous avons étudié les solutions des électrolytes suivants : acides benzoïque, salicylique, cinnamique, acétique, trichloracétique, CAzS.K, CAzS.AzH⁴, $HgCl^2$, $AgAzO^3$, NaBr, $C^6H^4OH.CO^2Li$, $C^6H^4.OH.CO^2Na$, $CdBr^2$, CdI^2, $Ni(AzO^3)^2$, $COCl^2$, $CO(AzO^3)^2$. Voici, comme exemple, quelques séries de mesures, effectuées à 20°.

$CAzS.NH^4$......	Dilution................ v =	126,7	253,4	506,8			
	Conductibilité moléculaire μ =	41,03	55,99	66,72			
$HgCl^2$..........	v =	8	16	32	64	128	
	μ =	1,05	1,86	3,40	6,67	(11,3)	
$AgAzO^3$........	v =	8	16	32	64	128	256
	μ =	14,21	18,79	23,76	28,95	34,42	38,86
NaBr............	v =	2048					
	μ =	62,43					
$C^6H^4.OH.CO^2Li$.	v =	16	32	64	128		
	μ =	4,50	5,39	6,23	6,41		
CdI^2..........	v =	64	128	256	512		
	μ =	15,9	17,0	19,1	(19,2)?		
$CdBr^2$..........	v =	384					
	μ =	16,2					

(¹) Ph. A.-Guye, *Arch. phys. nat.*, t. XXXI, p. 164. — *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIII, p. 34. — Voir aussi Traube, *Berichte*, t. XXX, p. 265.

» *Acétone* (¹) (point d'ébullition : 55°,15-55°,20, sous la pression de 725^{mm}). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile. Exemples : solutions de salicylate de soude et d'iodure de cadmium, étudiées à 20° :

CdI^2...........	$v =$	4	8	16	32	64	128	256
	$\mu =$	10,4	11,7	11,4	11,5	11,6	11,9	12,0
$C^7H^5O^3Na$......	$v =$	64	128	256	512	1024		
	$\mu =$	9,56	13,21	17,31	25,51	32,52		

» *Méthyléthylcétone* (point d'ébullition : 77°,5-78°,2, sous la pression de 730^{mm}). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile. Exemples :

$HgCl^2$.........	$v =$	16	32	
	$\mu =$	0,435	0,711	
$SCAz.AzH^4$...	$v =$	31,75	63,5	94,75
	$\mu =$	13,8	17,4	19,7
$C^7H^5O^3.Na$....	$v =$	192	384	
	$\mu =$	6,2	8,1	
CdI^2..........	$v =$	64	128	
	$\mu =$	5,58	(5,48)	

» *Méthylpropylcétone* (point d'ébullition : 99°,5-101°, sous la pression de 725^{mm}). — Mêmes électrolytes que dans le propionitrile.

$SCAz.AzH^4$...	$v =$	190	380	760
	$\mu =$	9,21	10,93	(13,64)
CdI^2..........	$v =$	64	128	
	$\mu =$	2,13	1,55	
$C^7H^5O^3.Na$....	$v =$	192		
	$\mu =$	2,66		

» *Nitroéthane*. — En raison de la difficulté d'obtenir ce corps, à l'état pur, en quantité suffisante, nous avons été obligés de nous borner, pour le moment, à des mesures qualitatives. Nous avons constaté que les électrolytes solubles dans le nitroéthane donnent des solutions fortement conductrices.

» Si l'on rapproche des expériences ci-dessus les très faibles conductibilités constatées par M. Kablukoff (²) pour des solutions d'acide chlor-

---

(¹) Au cours de ces recherches, il a paru un Mémoire de M. Carrara (*Gazz. chim. ital.*, t. XXVII, p. 207) sur les conductibilités électriques, à 25°, de solutions acétoniques, ce qui nous a permis de restreindre nos propres recherches relatives à ce dissolvant.

(²) Kablukoff, *Zeit. phys. Ch.*, t. IV, p. 429.

hydrique dans l'éther, le benzène, le xylène et l'hexane, et par nous-mêmes pour des solutions de divers électrolytes dans le chlorobenzène, l'iodure d'éthyle, le bromure d'éthylène et l'acétate d'amyle, liquides non polymérisés, on peut conclure qu'il existe bien une relation générale entre la polymérisation du dissolvant et son pouvoir dissociant; l'exemple du propionitrile prouve en outre qu'il n'est pas nécessaire que le dissolvant soit un corps hydroxylé, ou même oxygéné, ainsi que divers auteurs [1] paraissent l'admettre [2]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau groupe d'amidines.* Note de M. **Fernand Mutteler**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note j'ai décrit la préparation de composés répondant à la formule générale

```
                 R
              Az/
     /\  /       \
    |   |         >C.C⁶H⁵,
    |   |        //
AzO²/ \/ \Az
```

dans laquelle R est un radical gras ou aromatique.

» Ces différents composés ont été réduits par l'étain et l'acide chlorhydrique, de la façon suivante :

» Le composé nitré (10 parties) est chauffé avec de l'acide chlorhydrique concentré (50 parties) et de l'étain (15 parties) que l'on ajoute peu à peu. Quand l'addition de l'étain est terminée, on porte au bouillon jusqu'à dissolution complète et incolore. On sépare l'excès de métal par décantation et l'excès d'acide par évaporation. On reprend par l'eau chaude, on élimine l'étain par l'hydrogène sulfuré et, dans la liqueur filtrée, on isole la base par précipitation ammoniacale.

» 1. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — Le produit, précipité par l'ammoniaque, rapidement filtré, cristallise dans l'alcool fort en aiguilles brillantes pf : 191° et dans l'alcool étendu en écailles brillantes fondant à 191°. Ce produit se diazote et se copule avec les sulfonaphtols pour donner des matières colorantes; il

---

(1) Voir entre autres sur ce sujet : Bruhl, *Zeit. phys. Ch.*, t. XVIII, p. 514.

(2) Université de Genève, laboratoire de M. Guye.

possède donc un groupe AzH^2 d'amine primaire. L'analyse donne les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $AzH^2.C^6H^3\langle{}^{Az}_{Az}\rangle C.C^6H^5$ (avec C^6H^5 sur Az)
C........................	79,89 pour 100	80,00 pour 100
H........................	5,34 »	5,26 »
Az........................	14,76 »	14,73 »

» **2.** R *est représenté par le radical p-tolyle* $C^6H^4.CH^3$. — On obtient par précipitation ammoniacale un produit cristallisant dans l'alcool étendu en écailles brillantes fondant à 193° et répondant à la formule $C^{20}H^{17}Az^3$.

» **3.** R *est représenté par le radical o-totyle* $C^6H^4.CH^3$. — L'ammoniaque précipite une substance cristallisant de l'alcool en longues aiguilles minces fondant à 145-146° auxquelles la combustion donne la formule $C^{20}H^{17}Az^3$.

» **4.** R *est représenté par le radical β-naphtyle* $C^{10}H^7$. — La précipitation par l'ammoniaque fournit un produit très soluble dans l'alcool étendu chaud et qui s'en dépose par refroidissement en longues aiguilles filiformes fondant à 165-166°, mais se solidifiant presque aussitôt pour ne fondre ensuite qu'à 195°. D'autre part, le même produit, fondant à 165-166°, repris par le benzène, donne une substance grenue cristalline fondant à 195°. L'analyse de cette substance grenue (point de fusion : 195°) lui assigne la formule $C^{23}H^{17}Az^3$.

» La réduction des autres anhydrides est à l'étude.

» A côté de ce groupe de corps auxquels la combustion et les propriétés assignent la formule générale

$$AzH^2-C^6H^3\langle{}^{Az(R)}_{Az}\rangle C.C^6H^5$$

j'ai obtenu, dans deux cas, des substances que les résultats de l'analyse permettent de considérer comme des hydrates des bases précédentes.

» **1** *bis*. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — Si la précipitation ammoniacale s'effectue en solution concentrée et avec élévation de température, le produit obtenu cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fines brillantes fondant à 172-173°. La substance se diazote et se copule avec les sulfonaphtols : elle possède donc un groupe AzH^2. La combustion donne les résultats suivants :

C........ 75,77 pour 100 H........ 5,39 pour 100

qui correspondent à la formule d'un hydrate à une molécule d'eau du produit fondant à 191°.

» 4 *bis*. R *est représenté par le radical* β-*naphtyle*. — Le produit fondant à 165-166° contient

C........ 80,42 pour 100 H........ 5,53 pour 100

ce qui correspond à un hydrate à une demi-molécule d'eau du produit fondant à 195° [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un procédé de dosage de l'acétylène, applicable aux carbures de la forme* R — C ≡ C — H. Note de M. **Chavastelon**.

« Dans une précédente Communication [2] j'ai établi expérimentalement que l'action de l'acétylène sur une solution aqueuse ou alcoolique d'azotate d'argent en excès avait lieu d'après l'équation

$$C^2H^2 + 3AzO^3Ag = C^2Ag^2.AzO^3Ag + 2AzO^3H$$

relation confirmée par M. Arth [3].

» Si donc on met en présence un excès de la solution argentique et l'acétylène, soit seul, soit en mélange avec d'autres gaz ne réagissant pas sur l'azotate d'argent et non acides, du poids de l'acide azotique mis en liberté on pourra déduire le poids ou le volume de l'acétylène entré en réaction.

» On aura tous les éléments du calcul si l'on connaît : 1° le volume, la température et la pression de l'acétylène ou du mélange gazeux; 2° le volume et l'acidité de la liqueur à la fin de l'expérience. L'usage de l'eudiomètre à absorption de M. Raoult [4] conduit facilement à ce résultat.

» Si le volume gazeux dont on dispose est assez grand, on remplit, par déplacement, l'eudiomètre placé horizontalement.

» Dans le cas contraire, on relie par des caoutchoucs à vide son extrémité effilée avec la douille de la cloche renfermant le ou les gaz, en intercalant un tube en T, destiné à établir la communication avec une trompe à mercure.

» Une fois le vide obtenu, il est facile de remplir l'appareil à la pression et à la température du moment.

» Cela fait, l'eudiomètre étant vertical, on verse dans l'entonnoir supérieur la solu-

---

(1) Juillet 1897. — Laboratoire de Technologie de l'École municipale de Physique et de Chimie de Paris.

(2) Voir *Comptes rendus*, 14 juin 1897.

(3) Voir *Comptes rendus*, 28 juin 1897.

(4) Voir *Comptes rendus*, 1876; p. 844.

tion d'azotate d'argent; 20^{cc} d'une solution à 10 pour 100 suffisent toujours pour un eudiomètre de 60^{cc} de capacité. On tourne le robinet supérieur, et une portion du réactif pénètre dans l'espace gradué; l'absorption qui se produit facilite l'introduction du reste. On agite et l'on ajoute de l'eau distillée tant qu'il y a aspiration.

» On note le volume total du liquide contenu dans l'appareil et l'on y dose l'acide azotique libre.

» Le dosage de l'acétylène est ainsi ramené à un dosage acidimétrique.

» Le procédé est applicable aux carbures de la forme

$$R - C \equiv C - H$$

pour lesquels la réaction est

$$R - C \equiv C - H + 2AzO^3Ag = R - C \equiv C - Ag.AzO^3Ag + AzO^3H. \text{ »}$$

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur le dosage de la chaux, de l'alumine et du fer dans les phosphates minéraux.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Aimé Girard.

« L'attention des chimistes agricoles a été bien souvent appelée sur le rôle que jouent l'alumine et l'oxyde de fer dans la rétrogradation des superphosphates, et sur la difficulté que présente le dosage de ces deux éléments dans les phosphates commerciaux. Les nombreuses méthodes qui ont été proposées pour effectuer ce dosage sont d'une manipulation délicate, et beaucoup d'entre elles conduisent à des résultats incertains; elles ont été d'ailleurs, de la part de M. Lasne, l'objet d'un examen critique [1], qui me dispense d'en donner ici la description et d'en signaler les inconvénients. Le dosage de la chaux s'opère, en général, sur les liqueurs dont on a séparé le fer et l'alumine; son exactitude dépend donc des procédés auxquels il vient d'être fait allusion.

» La méthode la plus répandue pour le dosage de l'acide phosphorique consiste à précipiter celui-ci à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en présence d'une grande quantité de citrate d'ammoniaque, qui retient en dissolution la chaux, l'alumine, les oxydes de fer, de manganèse, etc. Pour séparer ensuite ces oxydes des liqueurs filtrées il est nécessaire de détruire l'acide citrique, soit par une évaporation, qui n'a jamais lieu sans soubresauts, et une calcination du résidu, qui est toujours longue; soit

---

[1] Lasne, *Bull. Soc. chim.*, 1896, p. 118, 148, 237.

par une oxydation de ce résidu au moyen de l'acide nitrique fumant ou d'un mélange de nitrate et de chlorure de potassium. Ces oxydations sont en général incomplètes, de telle sorte que le fer et l'alumine restent malgré tout dissous en présence de l'ammoniaque.

» J'ai pensé que l'on pourrait, avec avantage, utiliser, pour la destruction de cet acide citrique, l'élégante réaction qui a été récemment indiquée par M. Villiers ([1]), c'est-à-dire l'oxydation des matières organiques par l'acide nitrique en présence d'un sel de manganèse. Cette réaction en effet, peut, dans la circonstance actuelle, fournir un résultat complet.

» L'opération doit être conduite de la manière suivante :

» Les liqueurs ammoniacales, dont le phosphate ammoniaco-magnésien a été séparé, sont saturées par l'acide nitrique, puis additionnées de $0^{gr},5$ de sulfate ou de nitrate de manganèse, et d'environ 50^{cc} d'acide nitrique pour 20^{gr} d'acide citrique. Le mélange, placé dans une fiole, est chauffé doucement, et l'attaque se poursuit pendant l'évaporation du liquide; on ajoute de l'acide nitrique, chaque fois que cette attaque se ralentit, ce dont il est facile de s'apercevoir en éloignant du feu le liquide en ébullition; quand une nouvelle addition d'acide ne détermine plus de dégagements gazeux, on peut être assuré que tout l'acide citrique est détruit, et qu'il ne s'opposera plus à la précipitation du fer et de l'alumine par l'ammoniaque. Le précipité est recueilli puis redissous, et l'on sépare, au moyen des procédés ordinaires, le fer et l'alumine du manganèse.

» Le chlorure de vanadium (dichlorure de vanadyle, $VaOCl^2$) peut, avec avantage, être substitué aux sels de manganèse.

» Son action est beaucoup plus énergique et $0^{gr},1$ suffit pour oxyder rapidement 20^{gr} d'acide citrique. L'hypovanadate d'ammonium, précipité en même temps que l'oxyde de fer et l'alumine, est insoluble dans les conditions de l'expérience, surtout en présence de l'ammoniaque en excès. Au lieu de chercher à le séparer du fer et de l'alumine on peut retrancher, du poids du précipité calciné, le poids d'oxyde de vanadium ajouté, et pour cela il suffit de faire usage d'une solution de chlorure de vanadium à 1 pour 100, que l'on titre en précipitant par l'ammoniaque 10^{cc} de la liqueur, en présence d'une quantité déterminée de sesquioxyde de fer.

» Que l'on ait employé les sels de manganèse ou les sels de vanadium à la destruction de l'acide citrique, il est facile, dans les liqueurs dont on a séparé le fer et l'alumine, de doser la chaux par les procédés ordinaires. »

([1]) Villiers, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1349.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption d'oxygène dans la casse du vin.* Note de M. J. **Laborde**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Note précédente sur la *casse* du vin ([1]), j'ai montré que la diastase oxydante qui provoque cette altération a pour source principale la pourriture du raisin due au développement parasitaire du *Botrytis cinerea* : le fait a été confirmé ultérieurement en Italie ([2]).

» En poursuivant mes recherches sur ce sujet, j'ai étudié l'action de l'oxydase dont il s'agit, ainsi que les effets de la pasteurisation et de l'acide sulfureux sur les vins cassables.

» En faisant barboter un grand nombre de fois un volume d'air connu dans 500^{cc} de vin, j'ai trouvé que ce volume diminuait pendant un certain temps, quatre à huit jours, au bout duquel l'absorption s'arrêtait assez brusquement. A la fin de l'expérience, l'analyse des gaz de l'appareil indiquait les volumes d'oxygène absorbé et d'acide carbonique produit. On a obtenu, par exemple, les chiffres suivants avec trois vins différents :

Échantillons.	Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.	Rapport $\frac{CO^2}{O}$.
	cc	cc	
N° 1.........	50,8	32,4	0,63
N° 2.........	81,0	38,0	0,47
N° 3.........	110,2	63,8	0,58

» Dans la casse du vin, non seulement la matière colorante est oxydée, mais certains éléments du vin subissent une véritable combustion. Le rapport $\frac{CO^2}{O}$ est variable avec la nature du vin en restant toujours inférieur à 1. Avec des vins très malades, la production de CO^2 est très importante au début, et diminue ensuite plus vite que l'absorption d'oxygène.

» Le rôle chimique de l'oxydase du vin peut donc se rapprocher de celui de la laccase ajoutée à un vin sain, comme dans une expérience de M. Bertrand, qui a provoqué ainsi les effets de la casse ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* 14 décembre 1896.

([2]) V. Peglion, *Intorbidamento o casse dei vini* (*Bolletino della Società degli Agricoltori Italiani,* Anno II, n° 3).

([3]) *Annales agronomiques,* t. XXII; 1896.

» On obtient des résultats tout à fait identiques à ceux fournis par les vins se cassant naturellement, en mélangeant à un vin sain un liquide diastasifère issu du *Botrytis cinerea*.

» Si l'on remarque l'importance des quantités d'oxygène absorbées par un vin qui se casse, on voit qu'on ne peut expliquer cette altération par la seule présence du fer, comme l'a proposé dernièrement M. Lagatu [1]; en effet, la production abondante de CO^2 ne s'expliquerait pas, et la dose maxima de fer contenu dans un vin n'exigerait que 10^{cc} d'oxygène, pour passer du minimum au maximum d'oxydation, au lieu de 110^{cc} comme dans l'expérience ci-dessus.

» Si l'on expose le liquide diastasifère seul à l'action de l'air, on trouve les résultats suivants :

Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.
$49^{cc},6$	$13^{cc},8$

» C'est la même réaction qu'avec un vin cassable, avec une production de CO^2 plus faible. Le liquide n'avait pas changé d'aspect, mais il ne donnait plus la coloration bleue intense caractéristique avec la teinture de gaïac qu'il fournissait au début de l'expérience ; toutes ses autres propriétés oxydantes avaient également disparu. On constate le même affaiblissement progressif avec l'oxydase du vin, quand on met en solution dans l'eau le précipité obtenu par l'alcool et contenant, comme on sait, une partie de la substance active. Une certaine quantité d'oxydase, qu'elle provienne du *Botrytis* ou du vin, ne peut donc absorber qu'une quantité limitée d'oxygène ; ses propriétés s'atténuent au fur et à mesure jusqu'à épuisement, probablement parce qu'elle subit une combustion de ses propres éléments.

» Quand on étudie l'action de la chaleur sur les vins qui se cassent, il est difficile de fixer une température précise à laquelle l'oxydase perdra toute activité ; car, comme pour les autres diastases, cette température dépend des principaux facteurs suivants : quantité de diastase, nature du milieu, durée de l'action.

» Toutefois, la chaleur l'affaiblit progressivement, comme le montre

---

(1) *Comptes rendus*, 21 juin 1897.

l'expérience suivante faite sur un vin susceptible de se casser fortement :

	Oxygène absorbé par litre.
Témoin non chauffé	99,6 cc
Vin chauffé à 60°	49,4
» 65°	31,8
» 70°	28,6
» 75°	21,8

» Dans les conditions de cette expérience, qui étaient celles du chauffage en bouteilles, la température de 60° n'a pas été suffisante pour détruire toute l'activité de l'oxydase, car une quantité notable d'oxygène a été absorbée et le vin se cassait encore quoique plus faiblement. A partir de 65°, le vin ne se troublait plus sensiblement et l'absorption d'oxygène a continué à diminuer; à 75° l'absorption s'est faite comme dans un vin sain.

» Dans le traitement de la casse par l'acide sulfureux préconisé par M. Bouffard, bien que la matière colorante ne se précipite plus, le vin absorbe des quantités d'oxygène aussi importantes qu'avant d'être traité. Ainsi, deux vins de la première expérience, les n°s 1 et 3, ont donné les résultats suivants, après addition de 0^{gr},05 de SO^2 par litre :

Échantillons.	Oxygène absorbé par litre.	Acide carbonique produit par litre.
N° 1	52^{cc},8	37^{cc},6
N° 3	107^{cc},0	68^{cc},6

» L'absorption de l'oxygène est donc restée ce qu'elle était en l'absence de SO^2; la production de CO^2 paraît être seulement un peu plus grande. Ces volumes d'oxygène sont très supérieurs à ce qu'il faudrait pour oxyder l'acide sulfureux introduit; celui-ci n'exigerait, en effet, que 9^{cc} en supposant qu'il fût entièrement transformé; or, on constate, à la fin de l'expérience, que le vin contient encore une certaine quantité de SO^2, variant entre 5^{mgr} et 15^{mgr} par litre.

» L'avidité de l'acide sulfureux pour l'oxygène paraît donc inférieure à celle de l'oxydase, et celle-ci épuise son pouvoir absorbant et oxydant avant que tout l'acide sulfureux n'ait disparu.

» Ce fait semble indiquer que l'efficacité incontestable de l'acide sulfureux dans le traitement de la casse n'est due ni à son oxydabilité, ni à son action destructive des propriétés de l'oxydase. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influences exercées par les états pathologiques des générateurs sur la constitution des descendants.* Note de M. A. Charrin, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Depuis quatre ans j'ai pu observer un certain nombre d'enfants issus de mères atteintes, pendant les derniers mois de leur grossesse, de différentes infections : syphilis, rhumatisme articulaire aigu, diphtérie, influenza, oreillons, phlegmon, érysipèle, pneumonie, pleurésie, tuberculose, etc.

» J'ai vu très rarement, chez le nouveau-né, se développer la maladie même dont la mère était affectée, mais j'ai constaté souvent des lésions ou des troubles fonctionnels différents de la maladie maternelle mais causés par cette maladie.

» J'ai enregistré un cas de syphilis rapidement mortelle, caractérisé par des ulcérations cutanées, de la sclérose du foie, des décollements épiphysaires, etc. Ce qui était particulièrement digne de remarque, c'était l'intensité, l'étendue des dégénérescences muqueuse et fibreuse du placenta. L'altération du filtre placentaire avait-elle facilité le passage de l'agent pathogène?

» J'ai vu, d'autre part, une femme souffrant d'arthropathies multiples, mobiles, fébriles, qui furent modifiées par le salicylate de soude ; elle donna naissance à un garçon qui avait également des gonflements péri-articulaires au niveau des deux articulations tibio-tarsiennes ; l'administration d'un peu d'antipyrine les améliora. La mère et l'enfant ont guéri.

» Pour les autres infections, je n'ai jamais constaté l'hérédité directe.

» Tantôt les rejetons sont nés à terme avec toutes les apparences de la santé ; tantôt il y a eu avortements, morts prématurées ; enfin, j'ai réussi à déceler des anomalies avec une fréquence plus grande, au moins dans mes cas, que chez les enfants issus de parents normaux.

» D'une manière générale, quand ces enfants de femmes infectées naissent à terme, leur poids est inférieur au poids moyen des rejetons de mères parfaitement saines ; les difformités, les malformations sont chez eux moins exceptionnelles : becs-de-lièvre, pieds-bots et autres anomalies qui rappellent ces monstruosités que M. Gley et moi avons obtenues expérimentalement chez les animaux intoxiqués par les produits microbiens.

» La croissance s'opère moins régulièrement, mais promptement ; au lieu des augmentations quotidiennes de 25 à 40^{gr}, on constate que l'accroissement du poids ne dépasse pas 20^{gr} et que, même, il peut être nul.

» Les enfants libres de toute hérédité morbide, placés dans un calorimètre spécial du Professeur d'Arsonval, rayonnent environ 8 à 9^{Cal}, en un temps qui varie de quarante à soixante minutes; introduits dans ce même calorimètre, les rejetons de mères infectées habituellement ne dégagent, dans le même temps, que 7, 6, 4^{Cal}.

» Les urines de ces enfants sont ordinairement plus toxiques que celles des nouveau-nés normaux.

» Injectées dans les veines du lapin, aux doses considérables de 100 à 180^{gr} par kilogramme, les urines des sujets nés de parents sains produisent parfois la mort; l'animal qui n'a pas été tué sur le coup survit souvent définitivement.

» Les urines des nourrissons nés de parents malades, fréquemment moins pauvres en urée et en matières colorantes, provoquent parfois la mort immédiate quand on les injecte dans les veines du lapin à une dose voisine de 90^{gr} par kilogramme; et, si l'animal ne succombe pas immédiatement, sa survie est, dans nombre de cas, limitée : il meurt au bout de quelque temps.

» Ces données relatives au poids, à la croissance, au rayonnement, à la toxicité, à la composition des urines, varient avec l'âge, avec les semaines; les enfants choisis avaient, le plus souvent, de un à six mois : pour établir ces comparaisons, il convient de tenir compte de ce facteur.

» Quant à l'alimentation, elle a uniquement consisté en lait de femme ou en lait stérilisé; les enfants normaux, les témoins, pour ainsi dire, de nos expériences, ont été pris fréquemment parmi les fils ou les filles des nourrices qui allaitaient en même temps et leur enfant et les nouveau-nés issus des femmes malades; la qualité des aliments a donc été identique. — Les doses ingérées ont oscillé entre 600^{gr} et 800^{gr}, le défaut de croissance tenant souvent, du moins en apparence, non à l'insuffisance de cette alimentation, mais à des métamorphoses digestives imparfaites, à une absorption incomplète; il existe, à ce point de vue, plusieurs types de mauvaise nutrition.

» A ces troubles, soit physiques, soit fonctionnels, permettant de distinguer les organismes marqués héréditairement, il convient d'en ajouter d'autres, de nature anatomique.

» Quand ces sujets anomaux succombent, il n'est pas exceptionnel de ne découvrir aucune altération viscérale appréciable; par contre, j'ai réussi à déceler de la congestion des reins, un écartement excessif des travées du foie, une infiltration du parenchyme hépatique par de la graisse, etc. — Ces enfants n'ayant jamais pris que du lait, élément qui n'a passé, à aucune époque, pour un générateur de pareilles détériorations, aucune cause acquise ne semble être intervenue; il est donc nécessaire, à moins d'admettre un agent mystérieux, de remonter aux parents : la mère seule était soumise à notre observation.

» Par quels procédés l'influence maternelle parvient-elle à réaliser ces

désordres? Pour répondre à cette question, on est contraint de quitter le terrain solide des faits acquis pour risquer quelques hypothèses. — Il est permis de supposer que ces dégénérescences sont dues aux toxines, dont l'existence, à la fin de la grossesse, résulte de l'évolution même du mal; l'expérimentation proclame à la fois leur passage au travers du placenta, leurs aptitudes à créer de semblables lésions. — Il se peut aussi que ces principes aient altéré les cellules maternelles, les cellules de la génération comme les autres; or, les tissus des nourrissons que nous avons étudiés dérivaient de ces cellules débilitées, et des éléments ainsi affaiblis sont impuissants à engendrer des parenchymes résistants; voilà pourquoi ces parenchymes ont évolué dans un sens pathologique, surtout au niveau des zones où, dans le foie précisément, l'activité vitale a exigé des efforts. — La toxicité urinaire augmentée prouve, d'ailleurs, que les plasmas, chez ces enfants à ascendants contaminés, contiennent plus de poisons que les humeurs des autres; ces poisons, en outre, même lorsqu'ils dérivent des cellules de l'économie (acides urique, lactique, urates, etc.), peuvent engendrer des lésions de tissus, abaisser la résistance aux parasites de l'infection, etc.; dès lors, on trouve dans ces données qui, à l'exemple des autres explications, ne manquent pas de bases positives, de nouveaux motifs propres à révéler la genèse des anomalies constatées.

» Quoi qu'il en soit, ces recherches (la syphilis, peut-être quelques autres virus mis à part) tendent à établir que l'hérédité directe est chose rare, sans doute parce que, dans nombre de cas, le placenta plus épargné que dans la vérole retient mieux les germes, sans doute aussi pour d'autres raisons : résistance du fœtus, état bactéricide de ses humeurs vis-à-vis de certains microbes, etc.

» Ces recherches tendent, en outre, à substituer, aux mots vagues de *conditions du terrain*, des données précises, montrant que, si les agents pathogènes évoluent plus volontiers dans des organismes déterminés, c'est qu'en partie par voie d'hérédité ces organismes ne ressemblent pas aux organismes qui procèdent d'ascendants indemnes de toute tare. — L'infection au premier rang, à côté d'elle, ainsi que je l'ai vérifié, des affections non bactériennes, des auto-intoxications, des dyscrasies sanguines, des cachexies cardiaques, une sénilité physiologique précoce, etc., exercent sur la descendance des influences telles que les rejetons diffèrent des autres nouveau-nés et par l'état statique et par l'état dynamique, et par les attributs fonctionnels des cellules, et par la composition chimique des humeurs, et par la structure anatomique des tissus : dès lors, on conçoit

que les qualités des plasmas de ces organismes considérés comme milieux de culture, que leurs réactions défensives, etc., en présence des bactéries, conduisent à des résultats défectueux. »

BACTÉRIOLOGIE. — *Étude bactériologique de l'ambre gris.* Note de M. H. BEAUREGARD, présentée par M. Bouchard.

« J'ai montré antérieurement, en collaboration avec le regretté professeur Georges Pouchet, que l'ambre gris est un calcul intestinal qui se développe et siège dans le rectum du Cachalot.

» Ce calcul, composé de cristaux d'ambréine mélangés à une plus ou moins grande quantité de pigment noir provenant de la paroi rectale, renferme en outre des débris stercoraux. Quand il est frais, c'est-à-dire quand il vient d'être extrait du rectum par les pêcheurs, il est de consistance assez molle, et son parfum est rien moins qu'agréable en raison du relent stercoral prononcé qui domine. Mais après plusieurs années de conservation en boîte de fer blanc *closes*, et pendant lesquelles il perd peu de son poids, il se débarrasse progressivement de ce relent stercoral et garde seulement un parfum très délicat, *sui generis*, qui lui donne une telle valeur commerciale qu'avant même d'être parvenu au point où il peut être immédiatement utilisé en parfumerie il atteint déjà le prix considérable de 3000^{fr} à 7000^{fr} le kilogramme suivant son état. On n'a jamais expliqué comment se fait la disparition des matières stercorales et de leur odeur; on a parlé de dessiccation lente; mais s'il s'agissait seulement de perte d'eau, on aurait depuis longtemps imaginé un moyen de dessiccation rapide, dans le vide ou autrement, qui permettrait de ne point immobiliser pendant de longues années un capital considérable. Les observations que je vais relater me paraissent pouvoir aider à la solution de ce problème.

» Désirant faire l'étude bactériologique de l'ambre gris, j'ai eu la bonne fortune de trouver dans M. Klotz, propriétaire de la parfumerie Pinaud, un précieux collaborateur qui voulut bien mettre à ma dispositiou un rare spécimen de cette substance.

» J'avais eu l'occasion, en 1895, de décrire, devant la Société de Biologie, un morceau d'ambre pesant près de 8^{kg} et formé, comme le sont ces calculs quand ils atteignent un grand volume, de plusieurs noyaux ayant chacun un certain nombre de couches concentriques enveloppantes, et repris ensemble dans une masse commune.

» C'est sur un de ces noyaux, que je fus autorisé à briser moi-même, que j'ai fait, suivant les règles, des prélèvements que j'ai, séance tenante, portés sur divers milieux de culture généralement employés dans les laboratoires (gélatine peptone, gélose, bouillon de bœuf peptone, sérum de bœuf gélatinisé). . . .

» Sur six tubes ensemencés de la sorte, j'ai obtenu deux tubes fertiles : un tube de gélose et un tube de bouillon.

» Les recherches que j'ai poursuivies sur ces cultures m'ont amené à trouver un microbe morphologiquement très semblable au bacille du choléra asiatique, mais qui n'en a pas tous les caractères biologiques. Il ne possède pas non plus les caractères des microbes du même genre (*Spirillum* de Finkler, *Sp. sputigenum*), jusqu'ici trouvés dans l'intestin des animaux terrestres; c'est toutefois un *Spirillum* voisin de ceux que je viens de désigner et pour lequel je propose le nom de *Spirillum recti Physeteris*.

» En voici les caractères généraux :

» Très polymorphe, ce *Spirillum* présente, selon les milieux de culture, l'apparence de bâtonnets dont les dimensions en longueur varient de $1^{\mu},4$ à $4^{\mu},2$ sur $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},8$ d'épaisseur, ou l'apparence de spires. Ces bâtonnets, très mobiles, sont très abondants dans les cultures jeunes sur gélose, où ils sont accompagnés de formes ovoïdes courtes, d'éléments en croissant et de quelques rares bacilles ondulés et tendant à la forme *Spirillum*.

» C'est surtout dans les cultures en bouillon que la forme *Spirillum* se développe considérablement, les bâtonnets droits disparaissant presque complètement. A côté des spires de deux ou trois tours qu'on y trouve abondamment, on rencontre de nombreuses formes en croissant très fermé, parfois complètement circulaires.

» Il n'y a du reste aucun doute que ces formes appartiennent bien à la même espèce, car il suffit de cultiver sur gélose le *Spirillum*, pris dans le bouillon, pour obtenir de nouveau la forme en bâtonnet à l'exclusion presque complète des *Spirillum*. Sous le rapport du polymorphisme, le *Spirillum recti Physeteris* est donc tout à fait comparable à celui du choléra.

» Il se colore bien par les couleurs d'aniline qui font apparaître autour de chaque élément une coque hyaline formée d'une substance à déterminer qui donne, en tous cas, aux cultures sur milieux solides une consistance toute particulière rappelant par son élasticité les mucosités épaisses, filantes et élastiques.

» Il ne prend pas le Gram; je n'ai pu encore, par les méthodes connues, mettre les cils en évidence; il ne donne pas la réaction de l'indol (rouge choléra) et ne produit pas la fermentation lactique.

» Sa température d'élection paraît être aux environs de 37°; à 22°, sur la gélatine, il se développe très lentement et liquéfie le milieu au bout de près de huit jours en formant une cupule qui ne s'étend à la piqûre que très lentement.

» Il cultive très bien sur gélose à 37°, ou en bouillon; dans ce dernier milieu, il produit un trouble en même temps qu'une pellicule en surface, et présente, quand on agite lentement le bouillon par un mouvement circulaire, un caractère typique qu'il doit évidemment à la substance élastique qui entoure chaque élément. On voit, en effet, la pellicule disparaître, le bouillon s'éclaircir et en même temps se former comme une mèche blanche onduleuse qui part du fond du tube et s'allonge dans toute la hauteur du bouillon.

» Sans insister davantage sur ces caractères que je développerai dans un

Mémoire spécial, lorsque j'aurai complété mes recherches, je désire appeler l'attention sur les considérations générales suivantes :

» 1° L'existence de ce microbe (et ce n'est probablement pas le seul) dans l'ambre gris vient à l'appui de l'opinion qui considère les calculs comme ayant une origine microbienne.

» 2° L'existence de ce microbe vivant dans un calcul dont l'âge, depuis son extraction du rectum du Cachalot, peut être évalué au minimum à quatre ans, laisse supposer, ou bien qu'il possède une forme susceptible d'une longue survivance, ou bien qu'il trouve dans l'ambre un milieu de culture propice. Je penche pour cette seconde hypothèse, et, dans ce cas, il se pourrait que les microbes jouassent un rôle important dans la destruction des matières stercorales qui accompagnent l'ambréine. C'est probablement à cette destruction lente opérée par les microbes que le calcul doit de perdre, au bout d'un long temps, son relent stercoral, et de pouvoir manifester le parfum délicat pour lequel il est si recherché.

» 3° Enfin, l'existence d'un *Spirillum* si voisin de celui du choléra dans le rectum du Cachalot, qui a une vie essentiellement aquatique et qui se nourrit exclusivement de Céphalopodes (animaux marins), n'est pas sans intérêt. Il me reste, à ce sujet, à déterminer si le *Spirillum* en question est pathogène, tout au moins pour les animaux terrestres. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Persistance d'activité de la présure à des températures basses ou élevées*. Note de MM. L. **Camus** et E. **Gley**, présentée par M. Bouchard.

« Le ferment bien connu qui détermine la coagulation du lait, la présure, passe pour être détruit vers 66° et pour être inactif aux températures inférieures à 20°. Ces données ne laissent pas d'être en contradiction avec ce que nous savons de beaucoup d'autres ferments digestifs.

» 1° En étudiant diverses conditions modificatrices de l'activité de la présure, nous avons vu, en premier lieu, grâce à un artifice expérimental, que le ferment agit à des températures inférieures à 15° et agit même à 0°. Il est parfaitement exact, comme l'ont montré les expériences si précises de M. Duclaux [1], que l'on n'obtient pas à 15° la caséification d'une

[1] Duclaux, *Mémoire sur le lait* (*Annales de l'Institut national agronomique*, 4e année, p. 42; 1879-1880).

quantité donnée de lait frais par une quantité déterminée du ferment. Mais si l'on ajoute au mélange lait-présure, laissé à 0°, pendant une demi-heure par exemple, 3 ou 4 gouttes d'une solution d'acide lactique au dixième ou d'un autre acide en proportion équivalente (acide acétique ou chlorhydrique), il se forme presque immédiatement (en moins d'une minute) un abondant précipité granuleux.

» Ce phénomène n'est pas dû à l'acide lactique en tant que tel, car il suffit, pour le produire, d'une quantité d'acide inférieure à 5 pour 1000 du mélange, tandis que, par lui-même, l'acide lactique ne détermine la coagulation du lait qu'à la dose de 8 pour 1000 à la température ordinaire ([1]). — D'autre part, l'acide ne peut être considéré simplement comme un agent renforçant le ferment; car, si l'on ajoute au lait en même temps la présure et l'acide lactique, à zéro, la formation du précipité dont il s'agit n'a lieu, suivant nos expériences, qu'avec un très long retard.

» Ainsi, l'action d'un acide se montre, à ces basses températures du moins, nécessaire pour la formation du précipité qui suit l'attaque de la principale matière albuminoïde du lait par la présure. Ce qui fait reparaître en partie et, il est vrai, sous une tout autre forme, l'ancienne théorie de Liebig sur la coagulation du lait ([2]).

» 2° D'autre part, nous avons constaté que la présure, si elle a été préalablement desséchée, peut ensuite être impunément portée à la température de 100°. Desséchons dans le vide, par exemple, une goutte de présure acide du commerce ou une goutte de cette même présure neutralisée par le carbonate de soude, puis mettons le petit tube qui la contient dans un bain-marie dont l'eau est maintenue à l'ébullition pendant un quart d'heure et même une heure; nous redissolvons alors rapidement la matière dans une goutte d'eau distillée et nous la faisons agir sur 5^{cc} de lait à 40°; la caséification de ce lait a lieu en deux ou trois minutes. La coagulation à 40° de la même quantité de lait par une égale quantité de présure, d'abord desséchée, puis redissoute (expérience témoin), se fait dans le même temps. — Dans d'autres expériences, nous avons porté le ferment desséché aux températures de 130° et 140° et constaté que, redissous ensuite, il conserve toute son activité.

» De ce fait, que la présure desséchée, puis soumise à des températures

---

([1]) Voir Bourquelot, *Les Fermentations*, Paris, 1889, p. 108.

([2]) Liebig, *Traité de Chimie organique*, édition française, t. III, p. 243, Paris, 1844, et *Lettres sur la Chimie*, traduction française, Paris, 1845, p. 177.

supérieures à 100°, reste active, il résulte, puisque, d'autre part, le lait est aisément stérilisable, que l'on sera maintenant à même d'étudier sur le lait stérilisé l'action d'un ferment stérilisé ([1]). Et d'une telle étude pourraient sans doute sortir des applications intéressantes.

» 3° Si le ferment desséché supporte sans dommage l'action des hautes températures, les solutions aqueuses sont au contraire facilement détruites à des températures moyennes, si elles sont neutres. On sait que la température de 40° est considérée comme optima pour l'action de la présure. Cela n'est exact qu'à la condition que le ferment soit en solution acide. Mais si la solution, après avoir été neutralisée, est laissée pendant quelque temps à cette température de 40°, alors il se détruit une quantité de ferment d'autant plus grande que l'action de la chaleur (40°) a duré plus longtemps, ou que la quantité d'eau en contact avec le ferment était plus considérable. C'est en effet l'eau distillée qui, à cette température, exerce une influence destructive sur le ferment.

» L'expérience suivante, que nous avons répétée plusieurs fois, le démontre : nous ajoutons à une goutte de présure neutre, c'est-à-dire exactement à $\frac{1}{20}$ de centimètre cube de la solution neutralisée de ferment, respectivement les quantités ci-dessous d'eau distillée que nous laissons en contact avec le ferment pendant deux minutes, et la coagulation de 5^{cc} de lait a lieu à 40° dans les temps ci-dessous indiqués :

Quantités d'eau distillée.	Temps de la coagulation.
cc	m s
0,01	4,15
0,02	6,45
0,03	10
0,04	12
0,05	19
0,10	liquide encore une heure après

» La même quantité de cette présure, non additionnée d'eau, détermine à la même température la coagulation de 5^{cc} de lait en trois minutes et demie.

» C'est bien une destruction du ferment qui se produit dans ce cas, car si, après qu'elle est restée durant cinq minutes à la température de 40°, on réacidifie la solution, elle ne récupère pas son activité.

» On peut, au lieu de faire varier la quantité d'eau qui agit sur le ferment, faire

---

([1]) Avec cette réserve que le lait stérilisé puisse être encore coagulé par la présure. C'est ce qu'a récemment contesté Benjamin Richard [*Beitrag zur Lehre von der Labgerinnung* (*Inaug. Dissertat.*, Berlin; 1896)].

agir toujours la même quantité d'eau sur la même quantité de ferment, et ne faire varier que le temps de contact, et alors on constate aussi un retard dans la coagulation; ce retard est proportionnel à la durée d'action de l'eau, comme dans l'expérience suivante :

Durée d'action de l'eau.		Temps de la coagulation de 5^{cc} de lait.
1 goutte de présure + 1^{cc} d'eau distillée à 40° pendant	15 sec...	6^m
»	30 sec...	8
»	1 min...	13

» Une goutte de cette présure caséifie 5^{cc} de lait en quatre minutes à la température de 30°.

» Quelle est la modification que l'eau, à certaines températures, peut faire subir à la présure? C'est une question qu'il faudra essayer de résoudre. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur une forme nouvelle de l'appareil buccal des Hyménoptères.* Note de M. **J. Pérez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La forme dont il s'agit consiste essentiellement dans une modification remarquable de la structure normale de la langue des Abeilles à langue courte, de la subdivision des Acutilingues.

» La languette, de dimensions très réduites, a l'aspect d'un spécule recourbé, hérissé de courtes soies. Les palpes labiaux, ordinairement plus courts que la languette, chez les Andrénides, sont ici extrêmement développés, au point que chacun de leurs quatre articles est plus long que la languette. Le premier est cylindro-conique, légèrement courbe vers sa base. Le deuxième et le troisième sont très aplatis, et leur surface interne, aplanie, est parcourue dans sa longueur par un sillon d'une très grande ténuité, qui forme avec son congénère un conduit, lorsque les deux palpes sont appliqués l'un contre l'autre. Le quatrième, peu chitinisé, grêle et flexible, présente une surface externe convexe et inégale, semée d'aspérités; sa face interne, largement concave, forme l'origine du canal délié des deux articles précédents.

» Le premier article, séparé de son congénère, à son insertion, par la base de la languette, le touche normalement par son extrémité distale, quand les deux suivants sont accolés; les quatrièmes sont plus ou moins rapprochés l'un de l'autre.

» Cette curieuse organisation peut s'interpréter, au point de vue fonctionnel, de la manière suivante. La languette, si courte, ne peut évidemment servir à l'absorption directe des liquides. Ce rôle est dévolu aux

palpes labiaux, dont le dernier article est éminemment propre à cet usage.

» Le liquide qui a imprégné cet article et rempli sa concavité trouve, à l'extrémité du troisième, l'orifice inférieur du canal creusé dans ce dernier et le deuxième, qu'il parcourt dans sa longueur. Arrivé à la base du deuxième article, par conséquent au bout du premier, le liquide est pris par la languette, dont l'extrémité atteint l'orifice supérieur du conduit capillaire, et porté enfin dans la cavité buccale.

» L'organisation qui vient d'être décrite ne constitue pas seulement une forme de l'appareil de succion absolument nouvelle chez les Insectes. Elle se distingue, en outre, par ce trait particulier, que le principal rôle dans l'absorption y est dévolu aux palpes labiaux, dont l'intervention est nulle ou tout à fait accessoire chez les Insectes dont la bouche est le plus spécialisée. Elle est enfin intéressante par ce fait, que l'espèce qui la présente appartient, par tous ses autres caractères, au genre *Andrena*. Elle se rattache particulièrement au type de l'*A. Julliani*, déjà remarquable par la longueur de ses palpes, plus courts cependant que la languette. Bien plus, elle s'y relie par l'intermédiaire d'une espèce algérienne, encore inédite, dont les palpes, plus longs que chez l'*A. Julliani*, dépassent, de près de moitié, la languette et se substituent par conséquent à elle pour l'absorption immédiate, sans présenter toutefois le canal qui vient d'être décrit.

» Ce curieux Insecte nous offre ainsi l'exemple, assez rare, d'une déviation fonctionnelle considérable dans un organe unique, alors que le reste de l'organisme ne subit pas de modification sensible et reste dans les limites des différences spécifiques ordinaires ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Myxosporidie de la famille des Glugeïdées.* Note de M. **Louis Léger**.

« Les larves des Simulies (*Simulium ornatum* Meig.) abondent au commencement du printemps dans nos ruisseaux à cours rapides de la France, et plus particulièrement dans ceux des régions montagneuses du Midi. On les trouve par centaines, placées côte à côte et fixées par la région anale sur les pierres ou les brins d'herbe, de préférence dans les endroits où le courant est le plus agité.

([1]) Il me paraît légitime d'établir un genre nouveau pour cette espèce, que je me plais à dédier à M. Ch. Ferton, capitaine d'artillerie, qui l'a découverte dans les environs d'Aix; je l'appellerai *Solenopalpa Fertoni*.

» Si l'on examine avec un peu d'attention ces amas de larves, on est frappé de l'aspect tout particulier que présentent quelques-unes d'entre elles, chez lesquelles la région abdominale est fortement dilatée et d'une couleur blanc laiteux, qui contraste vivement avec la teinte vert sombre des individus normaux. Une dissection attentive, faite sous la loupe, montre que ces larves renferment, dans leur cavité générale, des masses parasitaires libres et formant des sortes de sacs d'un blanc opaque, à contours irréguliers. Certaines larves ne renferment qu'une seule de ces masses, remplissant la plus grande partie de la cavité générale et atteignant ainsi près d'un demi-centimètre de longueur; d'autres en montrent deux ou trois, rarement plus, et remplissant, dans leur ensemble, les espaces vides de la cavité générale, sur laquelle elles se moulent en quelque sorte. Parfois, chez certaines larves très malades, le sac parasitaire a distendu les téguments superficiels, par une croissance excessive, et fait hernie à la surface du tégument abdominal de la larve, sous la forme d'un gros kyste à peu près sphérique; mais le plus souvent, le parasite, dans sa croissance, comprime simplement les organes de la cavité sans les altérer aucunement. Les muscles mêmes ne sont pas altérés et les larves, fortement atteintes, présentent encore des mouvements très vifs. Seul, le corps graisseux paraît excessivement réduit, souvent nul, ce qui tend à faire croire que c'est surtout à ses dépens que s'est effectué le développement du parasite. Quant au tube digestif, il paraît toujours indemne chez les larves manifestement parasitées. Une seule fois, j'ai rencontré une jeune Myxosporidie encore non sporulée et faisant hernie à la surface externe de l'intestin, ce qui montre que la migration des états végétatifs, du tube digestif dans le cœlome, se fait de très bonne heure et rapidement.

» A l'examen microscopique, les masses parasitaires se montrent comme des sacs à paroi mince, transparente, et dont l'intérieur est à peu près complètement rempli par une prodigieuse quantité de spores. Celles-ci sont ovoïdes, réfringentes, avec une grosse vacuole à l'extrémité renflée. Sous l'influence de l'eau iodée, elles montrent un filament quinze ou vingt fois plus long qu'elles, qui sort par leur extrémité pointue ou sommet. Ce sont bien là les caractères spéciaux des spores des Myxosporidies, et la présence d'un filament unique, analogue à celui que le regretté Télohan a réussi le premier à mettre en évidence chez la *Glugea Bombycis*, fait rentrer ce parasite dans la famille des Glugeïdées.

» Les spores sont de deux dimensions différentes : les petites ayant 4^{μ} à 5^{μ}; les grosses, environ 8^{μ}. Certains sacs ne renferment que des microspores et celles-ci sont toujours réunies par petits groupes de huit et renfermées dans une frêle paroi; les autres ne contiennent, au contraire, que des macrospores, et, dans ce cas, ces dernières sont réunies par masses sphériques de tailles différentes, renfermant un nombre indéfini de spores et revêtues également d'une mince enveloppe. Avec ces amas de spores on rencontre les différentes phases de développement des sphérules primitives, c'est-à-dire des masses sphériques de protoplasma granuleux avec un, deux, quatre, huit noyaux, etc., montrant les différents stades de formation des spores.

» Par ses caractères, cette Myxosporidie vient se placer dans le genre *Glugea*, à côté des autres espèces étudiées par Télohan et comprises autrefois dans le groupe des Microsporidies. Elle se distingue des formes actuel-

lement connues : 1° par son habitat exclusif dans la cavité générale, sans relations avec le tube digestif à la maturité, ni avec les autres organes toujours intacts; 2° par sa faculté de se présenter tantôt sous la forme de kystes avec un nombre indéterminé de macrospores, tantôt sous l'état de kystes renfermant seulement huit microspores, ce qui montre que ces deux états sont loin d'avoir l'importance spécifique qu'on leur attribue actuellement.

» Je l'appellerai *Glugea varians,* pour rappeler cette dernière particularité.

» Lorsque cette Myxosporidie se présente sous la forme de kystes octosporés, ce qui est le cas le plus fréquent, on ne peut s'empêcher de remarquer son analogie frappante avec le *Telohania Contejeani* Henneguy, qui envahit totalement les muscles de l'Écrevisse et fait périr ces Crustacés.

» Pensant qu'il pourrait y avoir quelque relation entre ces deux parasites, étant donné surtout que les Simulies se rencontrent fréquemment dans les ruisseaux à Écrevisses, j'ai essayé, en collaboration avec le Dr Hagenmuller, d'infester artificiellement des Écrevisses en leur faisant absorber des larves malades. Nos expériences n'ont pas donné jusqu'ici de résultats positifs. Peut-être les spores ne retrouvent-elles leur virulence qu'à la condition de passer dans l'intestin d'un Vertébré, comme Krassilschtchik le prétend pour la *Glugea* des Bombyx; c'est ce que nous essaierons de vérifier par la suite. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le terrain carbonifère des environs de Mâcon.* Note de M. A. Vaffier, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'étage inférieur du terrain carbonifère est représenté, dans la région mâconnaise, par un ensemble d'assises très intéressantes au double point de vue de la Stratigraphie et de la Paléontologie.

» Ces formations primaires se voient dans les deux cantons de Mâcon, dans celui de La Chapelle-de-Guinchay, et dans les cantons de Monsols et de Beaujeu, du département du Rhône. Elles ont été longtemps méconnues ou faussement classées par la plupart des géologues qui se sont occupés de la région.

» Leur limite extrême au nord de Mâcon est Bussières, où elles ont une puissance de plusieurs centaines de mètres. On les retrouve plus au sud, à Fuissé, où elles présentent leur développement le plus complet, puis à Vinzelles, à Loché, à Leynes, à Chasselas, à Saint-Vérand, à Pruzilly, à Julliénas, à Jullié et à Cenves.

» Dans toutes ces localités, elles reposent directement sur les terrains éruptifs. A

Fuissé, ces terrains encaissants sont formés de couches de diorite et de granulite, alternant entre elles d'une façon régulière, avec intercalation fréquente de quartzites et de schistes archéens, antérieurs au granite qui les a souvent bouleversés.

» L'assise carbonifère de Fuissé, qui est la plus importante, se compose de trente-huit couches dirigées du nord au sud, 20° nord-est, 20° sud-ouest, plongeant au nord-ouest sous un angle de 42°, et ayant ensemble une puissance de plus de 500^m. A sa base se voit un affleurement de calcaire noir rappelant par son aspect le calcaire de Tournai. Puis, par-dessus ce calcaire, se trouvent des schistes feldspathiques à pâte très fine, non fossilifères, souvent interrompus dans leur dépôt par des épanchements de microgranulite et de tufs de microgranulite. Ces schistes inférieurs présentent dans leur couche n° 12 un lit de tourbe fossile sur laquelle repose le gîte si riche en empreintes végétales, dont nous donnons la liste plus loin.

» Dans la partie supérieure de la formation, les schistes deviennent très compacts, en se chargeant abondamment de silice; certains d'entre eux, noirs et à pâte très fine, font feu sous le marteau comme de véritable lydienne. Ces schistes sont surmontés par d'autres à apparence satinée qui, sur une épaisseur de 150^m, se criblent de cavités. Puis, au sommet de la formation, se voient encore d'autres schistes très micacés qui, en devenant gréseux, prennent l'aspect de véritables psammites.

» Les strates tout à fait supérieures sont formées de poudingues qui alternent avec des coulées de tufs de microgranulite, disparaissant eux-mêmes sous une éruption importante de microgranulite.

» Partout ailleurs les éléments du terrain carbonifère mâconnais sont les mêmes qu'à Fuissé.

» A Pruzilly, on voit de très belles cornes vertes dans les assises schisteuses en contact avec la microgranulite.

» Les couches n° 12 et n° 13 de la coupe de Fuissé, d'une puissance de 24^m, renferment une flore riche en empreintes bien conservées, où nous avons pu déterminer, d'après Stur, et en respectant sa classification, les espèces suivantes :

» Classis : *Selagines*.

» Ordo : *Stigmariæ* Stur. — *Stigmaria ficoïdes* Brongniart (très commun).

» Ordo : *Lepidodendreæ*. — *Lepidodendron Weltheimianum* Sternb (*Sagenaria Weltheimiana* de Schimper) (très commun); *Lepidostrobus collombianus* Schimper (très rare).

» Ordo : *Sigillariæ*. — *Sigillaria antecedens* Stur (très rare).

» Classis : *Calamariæ.*

» Ordo : *Calamiteæ.* — *Archæocalamites radiatus* Brgt (*Bornia radiata* de Schimper) (très commun); *Sphenophyllum tenerrimum* (rare).

» A l'exemple de M. Grand'Eury, nous rattachons le *Sphenophyllum tenerrimum* à l'*Archæocalamites radiatus.*

FOUGÈRES.

» Ordo : *Polypodiaceæ.*

» Tribus : *Sphenopterideæ.* -- *Sphenopteris Ettingshauseni* Stur; *Sphenopteris affinis* L. et H. (du carbonifère inférieur d'Écosse); *Sphenopteris Haueri* Stur.

» Tribus : *Hymenophylleæ* (*Rhodea Presl.*). — *Rhodea filifera* Stur; *Rhodea Hochstetteri* Stur; *Rhodea patentissima* Stur; *Rhodea moravica* Stur; *Rhodea Gœpperti* Stur; *Rhodea Stachei* Stur.

» Tribus : *Pterideæ.* — *Cycadopteris antiqua* Stur.

» Tribus : *Neuropterideæ.* — *Cardiopteris frondosa* (*Gœpp. sp.*) Stur; *Archæopteris Tschermaki* Stur.

» Ordo : *Osmundaceæ* (*Todea* Wild). — *Todea Lipoldi* Stur.

» Ordo : *Ophioglossaceæ* (*Rhacopteris* de Schimper). — *Rhacopteris transitionis* (*Ett.*) Stur.

» Nous continuons nos fouilles et nous possédons encore d'autres empreintes qui seront incessamment déterminées. Celles que nous venons d'énumérer classent dans l'étage du culm le carbonifère mâconnais, qui serait synchronique du culm inférieur de Moravie. Les couches de Fuissé représenteraient l'étage des *Rhodea* de Stur et des *Cardiopteris* de Schimper, et seraient contemporains de celles de Burdiehouse en Écosse. Leur flore, qui comprend encore quelques genres anciens, presque dévoniens, comme *Cardiopteris frondosa* et *Cycadopteris antiqua;* qui est riche en *Bornia*, tout en ne possédant pas encore de véritables *Calamites;* qui, abondante en *Stigmaria*, ne nous a donné qu'une empreinte de Sigillaire très ancienne; qui ne montre, comme Lépidodendrées, que des restes de *Lepidodendron Weltheimianum*, appartient à un culm ancien.

» Le Culm mâconnais serait inférieur peut-être à l'étage viséen, et par conséquent tournaisien, et confirmerait les vues de M. Jullien, qui rattache à ce dernier terrain les dépôts carbonifères du Morvan, immergé au début de l'époque carbonifère et se relevant plus tard par un mouvement de bascule pendant que le Plateau central s'affaissait.

» La flore mâconnaise est plus ancienne que celle de la Grauwacke supérieure des Allemands où, à côté d'espèces caractéristiques du Culm, se voient déjà des plantes franchement houillères.

» Les dépôts de Berghaupten, ceux de la Vendée; les terrains anthracifères de la basse Loire et ceux de Sarthe-et-Mayenne, étant par leurs

plantes fossiles contemporains de la Grauwacke supérieure des Allemands, sont donc moins anciens que le terrain carbonifère mâconnais qui appartient sans aucun doute au Culm inférieur ([1]). »

MINÉRALOGIE. — *Sur la marcasite de Pontpéan et sur des groupements réguliers de marcasite, de pyrite et de galène, constituant des pseudomorphoses de pyrrhotine.* Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Michel-Lévy.

« La mine de Pontpéan, près Rennes (Ille-et-Vilaine), a fourni à diverses reprises, et notamment de 1884 à 1886, de fort beaux minéraux cristallisés. J'ai pu examiner une superbe série de ceux-ci, grâce au don qui vient d'en être fait au Muséum par M. l'Intendant militaire Pavot.

» Cette mine est surtout connue des minéralogistes par sa blende fibreuse, formant des concrétions autour de la galène; cette blende est elle-même recouverte par des cristaux de marcasite, et par les pseudomorphoses qui font plus particulièrement l'objet de cette Note.

» Les cristaux de marcasite actuellement décrits se rapportent aux trois types suivants : 1° cristaux à faciès octaédrique, caractérisés par a^1(101) et e^1(011) avec ou sans p(001), $b^{\frac{1}{2}}$(111) et m(110) (type de Schemnitz); 2° cristaux aplatis suivant p(001) et présentant les faces m(110); ce sont les macles suivant m de ce type qui, par leur répétition, constituent les groupements en crête de coq; 3° cristaux aplatis suivant p, riches en clinodômes striés et généralement maclés par 2, 3, 4, 5 individus pour former les groupements en pointe de flèche (sperkise de la craie).

» Les cristaux de Pontpéan constituent un quatrième type, comparable aux cristaux de mispickel de Munzig en Saxe. Les formes sont : p(001) et m(110), avec des clinodômes courbes [e^4(014), e^3(013), e^2(012), e^1(011)]; ils sont très allongés suivant l'axe vertical, et généralement constitués par le groupement à axes parallèles d'un grand nombre de cristaux ayant la même forme élémentaire. Quand ces groupements atteignent une certaine taille (0^m,02 à 0^m,03), les individus constituants, tout en restant parallèles, donnent au cristal définitif l'apparence d'un barillet à arêtes plus ou moins courbes.

» Les macles suivant m(110) sont fréquentes, elles ont la forme d'un prisme hexagonal irrégulier, dont deux faces (m et $\overline{m}$) sont remplacées par une gouttière verticale. Ces macles présentent souvent de curieuses irrégularités, elles sont constituées par des groupements de petits individus dont les faces m et $\overline{m}$ extérieures vont en décroissant, de façon à donner, à la section droite du cristal, une figure rappelant les

([1]) Les déterminations qui précèdent ont été faites au laboratoire de Géologie de l'Université de Lyon et contrôlées ensuite par MM. Grand'Eury et l'abbé Boulay.

Cette Note sera suivie sous peu de la publication d'une Monographie détaillée.

clivages du gypse en fer de lance des environs de Paris. Ces cristaux sont d'un blanc clair ; ils prennent, par exposition à l'air, une teinte verdâtre livide et se décomposent avec une extrême rapidité.

» Le minéral le plus curieux de Pontpéan forme des lames hexagonales dépassant 2^{cm} de diamètre. Elles sont souvent empilées, à axes imparfaitement parallèles, et implantées en grand nombre sur la gangue, perpendiculairement ou obliquement à leur face d'aplatissement. Elles rappellent par leur disposition les lames de zinnwaldite des gisements stannifères de Bohême. Il existe parfois plusieurs centaines de semblables cristaux sur une surface de 1^{dmq}. Plus rarement, le même minéral forme des prismes hexagonaux de plus grand diamètre, plus épais et même un peu allongés suivant l'axe vertical. La substance initiale de ces cristaux a entièrement disparu, ils ne sont plus actuellement formés que de *marcasite* et de *pyrite* ou enfin de *marcasite* et de *galène*. Il n'est pas douteux cependant que ces cristaux n'aient été originellement constitués par de la pyrrhotine dont ils présentent toutes les particularités de formes; des pseudomorphoses de ce minéral en marcasite et pyrite sont connues dans divers gisements allemands, mais ce qui donne un intérêt spécial aux pseudomorphoses de Pontpéan, c'est la régularité géométrique de leur structure.

» *Groupements de marcasite seule sur pyrrhotine.* — Ce sont les plus communs. Les cristaux de marcasite ayant moins de 1^{mm} appartiennent au type 2 signalé plus haut. Ces cristaux, aplatis suivant p, sont implantés sur la face $m(10\bar{1}0)$ de la pyrrhotine et leurs stries, parallèles à leur axe a, sont elles-mêmes parallèles à l'arête basique de la face du prisme hexagonal de la pyrrhotine. Il résulte de ce fait que l'axe binaire b de la marcasite est parallèle à l'axe sénaire de la pyrrhotine et les deux autres axes binaires c et a de la marcasite parallèles à deux axes binaires du prisme hexagonal. Quand de petits cristaux de marcasite ne sont pas venus s'implanter, en outre, irrégulièrement sur la base a^1 (0001) de la pyrrhotine, celle-ci présente un aspect moiré, dû aux réflexions sur les arêtes mm des cristaux de marcasite, respectivement parallèles aux côtés de la face hexagonale. Sur les faces m du prisme hexagonal, l'ensemble des stries de la marcasite simule les stries parallèles aux arêtes basiques qui existent normalement dans la pyrrhotine.

» *Groupements de marcasite et de pyrite sur pyrrhotine.* — Ces groupements, beaucoup plus rares que les précédents, n'en diffèrent que parce que l'intervalle laissé par les cristaux de marcasite est occupé par de petits cubes de pyrite, orientés de telle sorte qu'une de leurs faces est parallèle à la base et une autre à une face du prisme hexagonal; leurs trois axes quaternaires coïncident donc en direction avec les axes binaires de la marcasite, avec l'axe sénaire et deux des axes binaires de la pyrrhotine.

» *Groupement de marcasite et de galène sur pyrrhotine.* — Ces groupements ne se rencontrent que dans les grands cristaux ayant une certaine épaisseur. Le cristal

paraît extérieurement formé par de la galène, souvent recouverte d'une croûte irrégulière de marcasite ; quand on le brise, on voit que la galène ne forme qu'un enduit extérieur et des lames imprégnant le cristal qui est intérieurement formé par de la marcasite. L'orientation de la galène par rapport à la pyrrhotine est la même que celle qui vient d'être indiquée pour la pyrite, mais avec une particularité intéressante. Ce minéral ne constitue pas, en effet, une infinité de petits cristaux comme la pyrite; le prisme hexagonal de pyrrhotine est occupé par trois cristaux de galène groupés en croix; ils ont tous : 1° une face p commune parallèle à la base du prisme hexagonal; 2° une face p, parallèle à une face du prisme hexagonal. Il en résulte que lorsqu'on examine un semblable édifice, sur la face basique de la pyrrhotine, on n'aperçoit pas sa nature complexe, mais si l'on place sur le goniomètre le cristal, de façon à mesurer l'angle de deux faces prismatiques contiguës, après avoir eu soin d'écorcher les arêtes verticales du cristal, on voit apparaître une série de réflexions distantes les unes des autres de 60° ou de 30° : elles sont produites alternativement par les faces p extérieures (parallèles aux faces hexagonales de la galène) et par les clivages p intérieurs du même minéral. Ces groupements par pseudomorphose de galène, remplissant un prisme hexagonal, sont l'inverse des groupements pseudo-hexagonaux dans lesquels l'édifice de symétrie supérieure est formé par le groupement d'individus de symétrie inférieure. Ici, c'est le minéral élémentaire qui possède la symétrie la plus élevée.

» Cette galène imprègne la marcasite et joue, par rapport à celle-ci, un rôle analogue à celui de la calcite dans les célèbres rhomboèdres des grès de Fontainebleau, avec cette différence toutefois que la marcasite étant elle-même orientée, la structure est *pegmatique* et non *pœcilitique,* comme dans les cristaux de Fontainebleau dont les grains de quartz ont, les uns par rapport aux autres et par rapport à la calcite, une orientation quelconque.

» Le Tableau suivant résume les relations de symétrie liant la marcasite orthorhombique, la pyrite et la galène cubiques à l'édifice hexagonal de la pyrrhotine qu'elles ont remplacée :

Pyrrhotine (hexagonale).	Marcasite (orthorhombique).	Pyrite et Galène (cubiques).
Axe sénaire.	Axe binaire b.	Axe quaternaire.
Axe binaire de première espèce.	Axe binaire a.	Axe quaternaire.
Axe binaire de seconde espèce.	Axe binaire c.	Axe quaternaire.

MÉDECINE. — *Sur les applications nouvelles du courant ondulatoire en Thérapeutique électrique*. Note de M. le Dr G. **Apostoli**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« L'appareil à courant sinusoïdal de M. d'Arsonval permet, par un dispositif très simple, d'obtenir un courant sinusoïdal passant seulement

par zéro, *sans changement de sens*. C'est là un *courant ondulatoire*, d'après M. d'Arsonval.

» Le courant ondulatoire justifie pleinement, en Thérapeutique, les découvertes physiologiques de M. d'Arsonval, dérivées de la connaissance de la *caractéristique d'excitation neuro-musculaire* et de ses rapports avec la forme de l'onde électrique. Il met en relief les propriétés variables des ondes électriques, dont il augmente la tolérance et surtout la puissance par les trois caractères suivants : 1° Suppression de l'alternance ou du renversement; 2° Conservation de la courbe sinusoïdale; 3° Adjonction du pouvoir électrolytique avec direction polaire constante.

» Ainsi, avec une onde électrique non alternante ni renversée, frappant toujours dans le même sens, associant les effets variables aux effets continus et électrolytiques du courant, variant son voltage, le nombre de ses périodes et par suite son intensité même, suivant la volonté de l'opérateur, on vérifie dans les meilleures conditions les propriétés déjà formulées par M. d'Arsonval du courant alternatif sinusoïdal, et l'on étend même en l'élargissant le champ d'application thérapeutique de ce dernier.

» L'épreuve clinique a été, pour moi, pleinement confirmative de ces prémisses physiques et physiologiques : d'après les résultats thérapeutiques généraux que j'ai constatés, après une expérimentation commencée en 1896 et poursuivie au total sur 145 malades, dont 108 pour la Gynécologie....

» *En résumé*, le courant ondulatoire, en Gynécologie, d'une innocuité absolue et d'une tolérance constante, sans action appréciable sur l'évolution des néoplasmes utérins ou annexiels, paraît être jusqu'ici le médicament par excellence de la *douleur*.

» Moins souverain, mais fréquemment efficace quand même contre les hémorragies, contre la leucorrhée et la constipation, il aide encore très favorablement à la résorption des exsudats péri-utérins et il constitue un *analgésique* et un décongestionnant de premier ordre.

» Ainsi, le courant ondulatoire est une acquisition précieuse pour la Thérapeutique électrique et me paraît destiné à prendre une place très importante à côté des autres modes électriques déjà connus. »

M. E. **Maumené** adresse de nouvelles considérations sur les lois de l'action chimique.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 juillet 1897.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1895. I. Mémoires. — II. Observations. — III. Pluies en France. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Théorie des fonctions algébriques de deux variables indépendantes, par Émile Picard, Membre de l'Institut, Professeur à l'Université de Paris, et Georges Simart, Capitaine de frégate, Répétiteur à l'École Polytechnique. Tome I. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. E. Picard.)

Traité élémentaire de Chimie, par L. Troost, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Annuaire des Marées des côtes de France, pour l'an 1898, par M. Hatt, Ingénieur hydrographe de 1re classe, et M. Rollet de l'Isle, Sous-Ingénieur de 1re classe. Paris, Imprimerie Nationale, 1897; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Hatt.)

Classification des magmas des roches éruptives, par M. A. Michel-Lévy, Membre de l'Institut, Directeur du Service de la Carte géologique de France. Lille, Le Bigot frères; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Leçons de Mécanique animale, par J. Bergonié, Professeur à la Faculté de Médecine. Bordeaux, Féret et fils; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouchard.)

Application rigoureuse des deux lois générales de l'action chimique, par E.-I. Maumené, Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Institut, etc. Paris, P. Vicq-Dunod, 1897; 1 vol. in-8°.

Atlas des travaux pratiques de Zoologie, par L. Donnadieu et Cl. Roux. Lyon; in-4°. (Hommage des Auteurs.)

Annuaire de l'École Polytechnique, 1894, 1895, 1896. Paris, H. Charles-Lavauzelle, 1896; 3 vol. in-8°.

La cause de la tuberculose suivant le Professeur Dr Robert Koch, et sa méthode curative, par le Dr H.-W. Middendorp, ex-Professeur de Pathologie à l'Université de Groningue, etc. Groningue, J.-B. Wolters, 1897; 1 vol. in-8°.

A treatise on the Phytoplankton of the Atlantic and its tributaries and on the periodical changes of the Plankton of Skagerak, by P.-T. Cleve. Upsala, 1897; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'Auteur.)